



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO**

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE PER LA PROMOZIONE DELLA  
SALUTE**

**“GIUSEPPE D’ALESSANDRO”**

---

**DOTTORATO DI RICERCA IN NEUROSCIENZE E DISTURBI DEL  
COMPORTAMENTO, XXIV° CICLO**

**Valutazione delle funzioni esecutive in ambienti di  
Realtà Virtuale (RV):  
uno studio sui pazienti con Disturbo Ossessivo  
Compulsivo**

***Tesi di dottorato del:***

**Dott. La Paglia Filippo  
SSD: MED/25**

***Coordinatore***

***Ch.maProf. ssa* Carla Cannizzaro**

***Tutor***

***Ch.moProf.* Daniele La Barbera**

---

**Anni 2011-2013**

## INDICE

<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>1 LA REALTÀ VIRTUALE .....</b>	<b>6</b>
1.1 CHE COS'È LA REALTÀ VIRTUALE.....	6
1.2 LA TECNOLOGIA .....	7
1.2.1 STRUMENTI DI OUTPUT .....	8
1.2.2 STRUMENTI DI INPUT .....	11
1.3 GLI AMBIENTI VIRTUALI.....	13
1.4 IL SENSO DI PRESENZA.....	14
<b>2 APPLICAZIONI CLINICHE DELLA REALTÀ VIRTUALE.....</b>	<b>19</b>
2.1 TRATTAMENTO DEL DOLORE .....	21
2.2 LA NEURO-RIABILITAZIONE.....	22
2.3 I DISORDINI DI NATURA PSICHIATRICA .....	23
2.3.1 DISTURBI D'ANSIA .....	24
2.3.2 ABUSO DI SOSTANZE .....	30
2.3.3 DISTURBI DEL COMPORTAMENTO ALIMENTARE.....	32
2.3.4 DISTURBI DELLA SESSUALITÀ.....	33
2.3.5 SCHIZOFRENIA .....	33
<b>3 ASSESSMENT NEUROPSICOLOGICO .....</b>	<b>35</b>
3.1 VALUTAZIONE DELL'ATTENZIONE.....	35
3.2 VALUTAZIONE DELLA MEMORIA .....	37
3.3 VALUTAZIONE DELLE FUNZIONI ESECUTIVE .....	41
3.4 IL VIRUAL MULTIPLE ERRANDS TEST .....	45
<b>4 REALTÀ VIRTUALE E ASSESSMENT .....</b>	<b>50</b>
4.1 LA VALUTAZIONE.....	50
4.2 LIMITI DELLA VALUTAZIONE “CARTA E MATITA” .....	51

4.3	LA REALTÀ VIRTUALE COME STRUMENTO DI ASSESSMENT .....	52
4.4	“EFFETTI COLLATERALI” DELLA REALTÀ VIRTUALE.....	54
<b>5</b>	<b>IL DISTURBO OSSESSIVO COMPULSIVO .....</b>	<b>56</b>
5.1	QUADRO CLINICO .....	56
5.2	FENOMENOLOGIA .....	60
5.3	EPIDEMIOLOGIA .....	61
5.4	EZIOLOGIA E PATOGENESI DEL DISTURBO.....	63
5.5	DEFICIT COGNITIVI ED ESECUTIVI.....	66
5.6	CONTROLLO DEGLI IMPULSI .....	72
<b>6</b>	<b>PROGETTO DI RICERCA: VALUTAZIONE DELLE FUNZIONI ESECUTIVE IN AMBIENTI DI REALTÀ VIRTUALE (RV): UNO STUDIO SUI PAZIENTI CON DISTURBO OSSESSIVO COMPULSIVO .....</b>	<b>76</b>
6.1	INTRODUZIONE.....	76
6.2	OBIETTIVO .....	76
6.3	METODOLOGIA.....	76
6.3.1	SOGGETTI.....	76
6.3.2	STRUMENTI .....	78
6.3.3	TEST PER LA SELEZIONE DEL CAMPIONE .....	80
6.3.4	TEST PER LA VALUTAZIONE NEUROPSICOLOGICA DEI PAZIENTI.....	81
6.3.5	PROCEDURE .....	81
6.4	RISULTATI.....	88
6.5	CONCLUSIONI.....	93
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>95</b>

## INTRODUZIONE

### Introduzione

L'ipotesi di ricerca muove dalla convinzione che l'uso delle nuove tecnologie può esser assunto nell'ambito dell'approfondimento e della cura di numerosi disturbi psichiatrici. In particolare, così come sottolineato da recenti studi, l'applicazione della "*Realtà Virtuale*" (RV) come strumento diagnostico e terapeutico offre nuove possibilità per la comprensione, la valutazione e la riabilitazione di numerosi disturbi psichiatrici, tra i quali, ad esempio, le fobie, il Disturbo Post-Traumatico da Stress, i deficit dell'attenzione, la schizofrenia, etc. (La Barbera D., Sideli L., La Paglia F., 2010).

Tra i nuovi media digitali, i sistemi di RV e gli ambienti tridimensionali sonori e interattivi, in generale, sono quelli che prevedono il maggiore livello di coinvolgimento e di partecipazione da parte del soggetto, il quale, inserito in un ambiente tridimensionale strutturato e complesso, acquisisce l'opportunità di interagire con oggetti e situazioni simulate come se fossero realmente presenti (Riva, 2004). Diversamente da quanto avviene per altri strumenti dell'informazione e della comunicazione, i processi di apprendimento mediati dalla RV presentano un carattere specificatamente pragmatico e simulativo, per cui la conoscenza del mondo è il risultato diretto dell'interazione con esso e dell'osservazione dei comportamenti altrui (Vincelli et al., 2007).

Dal punto di vista psicologico, la RV costituisce una sofisticata interfaccia esperienziale in cui la ricchezza della stimolazione senso-percettiva si coniuga con elevati livelli d'interattività. Il soggetto conosce gli oggetti e le situazioni e impara ad utilizzarli e a controllarli attraverso l'esperienza diretta e in tempo reale, acquisendo inoltre maggiore consapevolezza dei propri vissuti e degli effetti dei

propri comportamenti. In sintesi, la RV permette di riprodurre situazioni complesse della vita quotidiana in cui le reazioni psicopatologiche e le funzioni cognitive dei pazienti possono essere valutate in maniera più attendibile rispetto alle situazioni di laboratorio. Altresì, mediante la RV è possibile riprodurre situazioni ambientali e sociali in grado di stimolare il soggetto in maniera simile al corrispondente contesto reale, consentendo di poter modulare l'intensità e la durata dell'esperienza in funzione delle necessità del programma e delle esigenze del soggetto (Riva et al., 2011).

Numerosi lavori mostrano l'efficacia di tale approccio, ad esempio nel trattamento della Fobia Sociale (Slater et al., 2006), dell'Agorafobia (Moore et al., 2002), dell'Acrofobia (Krijn et al., 2007), della fobia degli agenti atmosferici (Botella et al., 2006) e della fobia del volo (Price et al., 2007). Significativi risultati vengono prospettati anche dagli studi sull'applicazione della RV ad altri ambiti della psicopatologia, come i disturbi schizofrenici (Sorkin et al., 2006; Kim et al., 2008; Chan et al., 2010; Park et al., 2011), dell'umore, dell'alimentazione e sessuali.

Sebbene la RV sia da tempo utilizzata nel trattamento di numerosi disturbi mentali, la sua applicazione nell'ambito del disturbo ossessivo-compulsivo è ancora limitata. Tuttavia, dalle recenti ricerche emerge che un possibile approccio alla comprensione e alla valutazione delle funzioni esecutive, che risultano deficitarie nei pazienti con disturbo ossessivo compulsivo, può essere rappresentato dai sistemi di realtà virtuale (Kim et al., 2009; La Paglia et al., 2012).

La struttura generale della tesi è suddivisa in sei parti.

Nel primo capitolo viene svolta un'introduzione generale che spiega che cos'è la realtà virtuale, come nasce e si sviluppa

nell'ambito della psicologia clinica e quali sono le strumentazioni utilizzate.

Nel secondo capitolo, vengono illustrati alcuni degli attuali campi di applicazione della realtà virtuale, sia per quanto riguarda la valutazione e sia per quanto concerne la riabilitazione.

Nel terzo capitolo dopo una breve introduzione sulla valutazione tradizionale e sui suoi limiti, vengono esaminate le peculiarità della realtà virtuale nell'ambito dell'assessment. In particolare, viene sottolineato come la realtà virtuale favorisca un'analisi dei deficit cognitivi in ambienti più controllati, con maggiore validità ecologica, facilmente manipolabili e plasmabili in base alle esigenze del clinico e alle caratteristiche del soggetto.

Per quanto riguarda il quarto capitolo, viene messa a confronto la tradizionale valutazione carta e matita delle funzioni cognitive ed esecutive con la versione virtuale del Multiple Errands Test. Questo test, e la sua applicazione in VR, consente di valutare in modo integrato ed approfondito i deficit esecutivi che ricorrono in diverse patologie.

Nel quinto capitolo viene approfondito il tema del disturbo ossessivo compulsivo: le manifestazioni cliniche, le ipotesi eziologiche e l'epidemiologia del disturbo. Inoltre, vengono evidenziati i deficit cognitivi ed esecutivi che caratterizzano questi pazienti.

Infine, il sesto capitolo riporta il progetto di ricerca finalizzato alla valutazione cognitiva del disturbo ossessivo compulsivo, attraverso un nuovo strumento di assessment, cioè il Virtual Multiple Errands Test.

# 1 La Realtà Virtuale

## 1.1 Che cos'è la Realtà Virtuale?

Sul finire degli anni '80 Jaron Lanier, informatico statunitense nonché uno dei pionieri della “Realtà Virtuale”, adotta per la prima volta quest'espressione per fare riferimento ad un insieme di dispositivi tecnologici costituiti da un computer capace di visualizzazione interattiva 3D, un display montato sulla testa dell'utente e dei guanti dotati di uno o più segnalatori di posizione. Questi riconoscono la posizione e l'orientamento dell'utente riportando le informazioni sul computer che aggiorna in tempo reale le immagini sul display (Riva, 2005). In tempi più recenti, tuttavia, il concetto di Realtà Virtuale si è aperto a quella visione più “umana” e meno “tecnologica” che definisce la Realtà Virtuale come un insieme di tecnologie che consentono alle persone di interagire efficacemente con i database computerizzati 3D usando in tempo reale i sensi naturali e le loro capacità (Rubino et al., 2002). Focalizzandoci, infine, sulle Scienze comportamentali, è possibile descrivere la Realtà Virtuale come un'avanzata forma di interfaccia uomo-computer che permette agli utenti di interagire tra di loro e di immergersi in un ambiente totalmente generato dal computer (Schultheis e Rizzo, 2001).

Dal punto di vista tecnico, un sistema di Realtà Virtuale è costituito da una serie di strumenti in grado di acquisire informazioni sulle azioni del soggetto (strumenti di *input*), che vengono integrate e aggiornate in tempo reale dal computer in modo da costruire un mondo tridimensionale dinamico, per essere restituite all'utente attraverso sofisticati strumenti di fruizione dell'informazione (strumenti di *output*) (La Barbera et al., 2010).

## 1.2 Tecnologia

Un sistema VR si origina dall'unione di hardware e software che consentono ai tecnici di realizzare applicazioni VR. Al fine di dare l'illusione di un mondo virtuale, i sistemi hardware ricevono input dall'utente e trasmettono output multisensoriali mentre la componente software ha il compito di gestire l'hardware deputato alla creazione del sistema VR.

Più dettagliatamente, numerosi sono i dispositivi di cui si necessita per far uso di un sistema di Realtà Virtuale:

- la costruzione di un database e di un software di modellazione virtuale dell'oggetto per la costruzione e il mantenimento di un dettagliato e realistico modello di mondo virtuale. In particolare, il software gestisce la geometria, la struttura, il comportamento intelligente, la modellazione della durezza, l'inerzia e la plasticità della superficie dell'oggetto incluso nel mondo virtuale;
- gli strumenti di input che segnalano continuamente la posizione e i movimenti degli utenti;
- il sistema di *rendering* grafico che genera, a 20-30 fotogrammi al secondo, l'ambiente virtuale;
- gli strumenti di *output* (visivo, sonoro e tattile) che immergono l'utente nell'ambiente virtuale (Gorini e Riva 2010).

In base agli strumenti di *output* utilizzati è possibile distinguere tre tipi di Realtà Virtuale:

- **Realtà Virtuale immersiva:** un sistema di Realtà Virtuale viene definito “immersivo” quando è in grado di creare un senso di assorbimento e isolamento sensoriale nell'ambiente tridimensionale generato dal computer tramite due tipi di dispositivi, quello di visualizzazione e diffusione sonora (*head-mounted display*) capace di



isolare l'utente dall'ambiente esterno e di visualizzare in due o tre dimensioni gli ambienti generati dal computer e quello dei sensori di posizione (*tracker*) che rilevano i movimenti dell'utente e li trasmettono al computer, in modo che questo possa modificare l'immagine tridimensionale in base alla posizione e al punto di vista assunto dall'utente;

- **Realtà Virtuale semi-immersiva:** essa è realizzata attraverso una piccola stanza dove le pareti, il pavimento e il soffitto vengono sostituiti da schermi retro-proiettati;
- **Realtà Virtuale non immersiva:** essa sostituisce il casco con un normale monitor o con un videoproiettore in modo che l'utente veda il mondo tridimensionale creato dal computer attraverso una sorta di finestra (Morganti e Riva, 2006).

### 1.2.1 Strumenti di output

Il principale canale di output è sicuramente quello visivo. Esistono due principali classi di sistemi di visualizzazione disponibili: gli head-mounted display e gli off-head display. Gli head-mounted display sono i sistemi di visualizzazione più frequentemente usati, e possono essere o a tubo catodico o costituiti da display retroilluminato a cristalli liquidi. Il vantaggio significativo degli head-mounted display è che si tratta di un meccanismo efficace nella visualizzazione del posizionamento del torso e del collo. Gli svantaggi sono il peso che può interferire con il movimento naturale dell'utente, la fatica associata a questo fattore e la probabilità di una maggiore sintomatologia di cinetosi. Inoltre, è difficile costruire head-mounted display che possiedano una buona risoluzione spaziale e che siano confortevoli ed economici. Gli off-head display includono monitor

desktop e tecnologie di proiezione come schermi panoramici, cave, e workbenches. I caves sono installazioni di realtà virtuale, introdotte per la prima volta all'università di Chicago, basate su una tecnologia di proiezione che circonda l'utente. Su tre o sei pareti sono montati schermi in modo da ottenere un'immagine coordinata. I vantaggi principali sono un ampio campo di vista e la possibilità di dare a un piccolo gruppo un'esperienza condivisa di realtà virtuale. Gli svantaggi sono il costo, lo spazio per la proiezione e le limitazioni di contrasto e luminosità (Riva, 2006).

Un altro importante canale di output è quello uditivo, in quanto aumenta la consapevolezza dell'ambiente, stimola l'attenzione visiva, e trasmette una varietà di informazioni complesse senza appesantire il sistema visivo. Gli strumenti generalmente usati sono le cuffie o gli altoparlanti. Le cuffie consentono un controllo più preciso degli indizi spaziali presentati all'ascoltatore, in quanto è possibile favorire la localizzazione controllando separatamente il raggiungimento dei segnali alle orecchie; inoltre, si evitano suoni indiretti, come echi o riverberi. Tuttavia, le cuffie professionali sono generalmente più costose e poco pratiche se l'utente non deve indossare un dispositivo sulla testa. Sebbene sia più difficile controllare le informazioni spaziali che raggiungono l'ascoltatore, gli altoparlanti presentano il pregio di essere poco costosi e di non interferire con l'utente; in più, è possibile migliorare l'accuratezza delle informazioni spaziali aumentando il numero di diffusori.

Per quanto riguarda gli output tattili, la possibilità di toccare, sentire, manipolare gli oggetti in un ambiente, oltre a vederli, fornisce un forte senso d'immersione. Le interfacce tattili sono dispositivi che consentono l'interazione manuale, attraverso cui l'utente produce azioni motorie manipolando gli oggetti e, a sua volta, riceve feedback

sensoriali tattili e cinestetici dall'ambiente. Utilizzando le interfacce tattili, l'utente può non solo immettere input nell'ambiente virtuale, ma può anche ricevere informazioni da esso sotto forma di sensazioni. A differenza della visione e dell'udito che sono esclusivamente sistemi di output, il sistema tattile è bidirezionale. Joystick, mouse e trackballs sono strumenti relativamente semplici che possono fornire feedback tattili. I rumble packs sono semplici accessori che vibrano su comando del software, alcuni sopportano anche feedback di forza. Esistono, inoltre, sul mercato guanti ed esoscheletri che tracciano la struttura delle mani. Questi strumenti tattili avanzati di solito hanno due componenti: uno per il rilevamento tattile (cutaneo), ed un altro per il rilevamento cinestetico. Il rilevamento tattile permette la stimolazione della superficie esterna del corpo, mentre il rilevamento cinestetico si riferisce alla consapevolezza della posizione degli arti e della tensione muscolare durante il movimento. Le interfacce tattili sono di solito impiegate per attività che nel mondo reale richiedono l'utilizzo delle mani, come la manipolazione degli oggetti.

Infine, un ambito meno sviluppato è quello degli output olfattivi, anche se questi possono aumentare il senso di presenza e di immersione nell'ambiente virtuale. Le interfacce virtuali olfattive che producono gli odori sono di solito definite Virtual Olfactory Display (VOD). Il metodo più usato per l'archiviazione degli odori è quello di incapsulare micro gocce di liquido in una parete di gelatina stampata su una superficie piana, utilizzando tecniche serigrafiche. L'incapsulazione offre la possibilità di misurare perfettamente la dose di odore, che si mantiene stabile a temperatura ambiente, ed evita fuoriuscite incontrollate (Riva, 2006).

### **1.2.2 Strumenti di input**

Con lo sviluppo della realtà virtuale aumenta la gamma delle informazioni che è possibile immettere nel sistema.

Morgantini e Riva (2006) osservano che gli strumenti tecnologici, progettati per registrare con ottimale precisione le modificazioni corporee dell'utente, possono essere racchiusi in tre categorie:

- tecnologia in grado di registrare il movimento traslatorio del corpo nello spazio;
- tecnologie che registrano i movimenti rotatori delle parti del corpo;
- strumenti in grado di registrare gli input degli arti periferici.

Uno strumento frequentemente usato, per i movimenti degli arti superiori e per la deambulazione, è il joystick. L'uso di questo strumento può apparire, in un primo momento, difficile e può richiedere un periodo di calibrazione fra l'utente e il sistema. In generale, dopo adeguate spiegazioni sul suo funzionamento e dopo un breve periodo di prova, gli utenti sono in grado di utilizzarlo in modo abbastanza automatico e naturale. Se l'utente deve interagire con degli oggetti, di cui ne può modificare la forma o la posizione, il joystick permette di selezionarli e di modificarli. Tuttavia, questa soluzione spesso non fornisce all'utilizzatore una sensazione di elevato coinvolgimento nell'azione, per questo sono stati inventati dei guanti virtuali (datagloves), che permettono la diretta manipolazione degli oggetti. Un dataglove è costituito da un insieme di sensori del movimento fine, in grado di registrare i movimenti flessori delle dita e di calibrarli con l'immagine virtuale dell'oggetto che l'utente sta prendendo.

Un altro importante sistema di dispositivi di input è quello dei

sensori di posizione (trackers), che segnalano la posizione e l'orientamento dell'utente all'interno dell'ambiente virtuale. Possiamo distinguere i trackers in (Riva, 2006):

- magnetici: i sensori sono piccoli e leggeri, quindi possono essere comodamente indossati, e, inoltre, funzionano anche se vi sono degli ostacoli tra il trasmettitore e il ricevitore. Lo svantaggio principale è quello delle distorsioni e degli errori nei risultati del monitoraggio, dovuti alla possibile formazione di campi magnetici.
- acustici: a differenza degli inseguitori magnetici, questi non soffrono di distorsioni in presenza di campi magnetici, però non funzionano correttamente se esistono ostacoli tra ricevitore e trasmettitore. Per di più, sono soggetti alle interferenze dei rumori ambientali.
- inerziali: usano magnetometri, accelerometri e giroscopi per calcolare la variazione di posizione e l'orientamento.
- ottici: si basano su algoritmi che estraggono la posizione dell'utente dalle immagini ottenute attraverso delle telecamere. Questi sensori hanno bassa latenza, frequenti aggiornamenti e sono utilizzabili anche in aree abbastanza grandi, ma hanno problemi di line-of-sight e le loro prestazioni sono influenzate negativamente dalla luce ambientale e dalle radiazioni infrarosse.
- meccanici: i collegamenti meccanici possono essere o completamente indossati, o in parte attaccati al suolo. I vantaggi principali sono la bassa latenza e l'elevato livello di precisione, ma sono abbastanza ingombranti.

Questi sensori, nella modalità immersiva, vengono collegati all'head-mounted display, in modo da rilevare i movimenti della testa

ed adattare continuamente il punto di vista del soggetto. Viene così data l'impressione di esaminare l'ambiente virtuale muovendosi al suo interno (Morgantini, Riva, 2006).

### **1.3 Gli ambienti virtuali**

Vincelli e Riva (2007) definiscono l'ambiente virtuale come uno strumento capace di mediare tra lo studio del terapeuta e il mondo reale.

Un ambiente virtuale (Virtual Environment, VE) è la simulazione sul computer di un ambiente tridimensionale, esplorabile in tempo reale e nel quale un soggetto può interagire con gli oggetti contenuti al suo interno (Morgantini, Riva, 2006).

Ellis (1994) individua, all'interno dell'ambiente virtuale, tre costituenti, che sono il contenuto, la geometria e la dinamica.

Il contenuto è rappresentato dall'insieme delle proprietà degli oggetti presenti nell'ambiente. All'interno dell'ambiente virtuale possono essere presenti anche oggetti in movimento, come persone o animali, che possono avere capacità di interazione. Questi oggetti vengono definiti "attori" e possono muoversi all'interno dell'ambiente virtuale indipendentemente dall'utente. Quando un attore assume le sembianze umane viene definito "avatar". Anche l'utente è un attore dell'ambiente virtuale, rappresentando "un altro agente" o semplicemente una "prospettiva di esplorazione". L'utente è l'attore che costituisce il punto di vista attraverso cui l'ambiente viene esplorato e modificato, per questo motivo viene definito "self".

La geometria riguarda l'estensione fisica che il creatore intende dare all'ambiente. L'ambiente potrà essere bi- o tri-dimensionale, in base agli indici di profondità utilizzati; inoltre, la geometria stabilisce se si tratta di un ambiente chiuso (come un supermercato) o aperto

(come una piazza).

Infine, la dinamica è relativa alle regole di interazione fra gli oggetti, a cui bisogna fare riferimento durante la fase di progettazione. Infatti, affinché l'ambiente abbia caratteristiche realistiche, è necessario che tutti gli oggetti rispecchino le normali leggi della fisica a cui siamo abituati nel mondo reale. Quindi, fatta eccezione per specifiche esigenze applicative, gli oggetti non potranno essere oltrepassabili e dovranno muoversi secondo modalità realistiche.

Attraverso l'interazione di queste tre componenti, il computer elabora l'immagine tridimensionale finale. L'immagine prodotta può essere più o meno realistica, in base anche alle ombreggiature, alle trasparenze e alla capacità di riflettere la luce di cui l'oggetto è dotato. Ovviamente, le caratteristiche dell'ambiente dipendono strettamente dai fini applicativi per cui questo viene realizzato.

#### **1.4 Il senso di presenza**

Quando si considerano le componenti tecniche di un sistema di Realtà Virtuale, è importante distinguere il concetto di "immersione" dal concetto di "presenza" (Biocca, 2006). L'immersione, talvolta definita senso-motoria, si riferisce al grado di stimolazione fisica che coinvolge il sistema sensoriale e alla sensibilità del sistema motore. Il livello di immersione è determinato dal numero e dalla gamma di canali sensoriali e motori collegati all'ambiente virtuale, dall'estensione e dalla fedeltà della stimolazione sensoriale e dalla reattività agli input del sistema motore. L'immersione può, quindi, essere aumentata incrementando, ad esempio, la gamma degli stimoli visivi, come l'ampiezza di campo impegnato. Il prodotto psicologico dell'immersione tecnologica è la presenza, la sensazione psicologica di essere nell'ambiente virtuale e di interagire con i media. Una

definizione comunemente citata di presenza è quella che parla di “illusione percettiva di non mediazione” (Lombard, 2006), ma essa viene più spesso semplicemente descritta come la sensazione di “essere lì” nello spazio virtuale (Steuer, 1992) o come la sensazione di essere in un mondo che esiste al di fuori di noi (Riva e Waterworth, 2003). Gli studiosi hanno iniziato a ricercare degli indicatori fisiologici del grado di presenza dell’utente. Ad esempio, portare una persona in una situazione virtuale stressante (come un luogo elevato) determina risposte corporee simili a quelle previste nel mondo reale analogo, come aumento della frequenza cardiaca, aumento della conduttanza cutanea e riduzione della temperatura cutanea (Meehan et al., 2002).

Caratteristica della Realtà Virtuale è anche la capacità di inviare all’utente dei segnali multi-modalità in grado di stimolare contemporaneamente più canali senso-motori. Gli ambienti virtuali, infatti, sono ideali per la ricerca dell’integrazione multi-sensoriale la quale converte la vista, il suono e il tatto in un’esperienza percettiva unificata. Questa capacità è esemplificata dalla cosiddetta “illusione di trasferimento corporeo”, a sua volta dimostrata dall’illusione della mano di gomma (Botvinick e Cohen, 1998). Quando una mano di gomma (visibile in una posizione normalmente occupata dalla nostra mano) e la nostra mano reale (nascosta alla vista da uno schermo) ricevono un sincrono feedback tattile, gli utenti cominciano ad avere la sensazione che l’arto impostore faccia parte del loro corpo. Diversi ricercatori hanno utilizzato la Realtà Virtuale per dimostrare un effetto simile nel corpo intero (Lenggenhager et al., 2007). Un lavoro più recente di Slater et al. (2010) ha dimostrato la potenza della Realtà Virtuale utilizzando mondi più elaborati in cui i partecipanti di controllo osservano e interagiscono con degli *avatar* computer-



generati. Questa tecnica ha consentito ai ricercatori di capire quali variabili siano importanti per l'illusione di trasferimento corporeo e di confrontare i risultati con studi che utilizzavano stimoli meno sofisticati. Il controllo dello stimolo multi-modale è importante, tra l'altro, nell'induzione del senso di "presenza", che si ritiene essere cruciale nell'efficacia della Realtà Virtuale in ambito medico, in ambito militare e in altre simulazioni educative.

Non meno importante risulta l'elevato grado di validità ecologica di cui godono i sistemi di Realtà Virtuale, intendendo per validità ecologica il fatto che le condizioni sperimentali siano ragionevolmente simili a quelle del mondo reale. Negli ambienti virtuali le simulazioni più ricche di stimoli sensoriali potrebbero essere considerate dotate di maggiore validità ecologica rispetto ad ambienti con caratteristiche sufficienti per un solo esperimento.

Per spiegare che cos'è la realtà virtuale, quindi, non basta fare riferimento alle sue componenti tecnologiche, ciò sarebbe riduttivo e non permetterebbe di valutare gli effetti di queste apparecchiature sull'utente (Streuer, 1992). Chi sperimenta la realtà virtuale è cosciente di avere a che fare con un mondo creato dall'uomo, eppure, l'immersione in esso, produce un'esperienza paragonabile alla realtà.

Bricken (1996) ritiene che, a differenza degli altri strumenti di comunicazione mediata, la realtà virtuale permetta il passaggio dallo "stare percependo un'informazione" all'"essere in un luogo di informazione"; l'esperienza cognitiva ed emozionale consente all'utente il passaggio dal ruolo di osservatore a quello di protagonista dell'esperienza.

Un altro aspetto che si collega al concetto di presenza è quello del contesto sociale e culturale in cui è inserito il soggetto. Infatti, ogni individuo possiede un suo bagaglio culturale, tipico della società

in cui vive, che gli permette di interpretare le informazioni fornite dall'ambiente durante l'interazione. In particolar modo, questo bagaglio risulta utile in presenza di ambiguità che possono essere risolte grazie alle conoscenze culturali pregresse. Anche la realtà virtuale deve essere inserita all'interno della cornice culturale e sociale dell'utente, poiché è proprio questa che permette di sperimentare il senso di presenza. Il senso di presenza viene generato da come le percezioni, che vengono vissute nella realtà virtuale, sono poi collocate all'interno della cornice di riferimento dell'utente (Morgantini, Riva, 2006). Oltre a ciò, si è cercato di sviluppare delle metodologie e degli strumenti (qualitativi e quantitativi) che permettessero di valutare questo fenomeno.

Per quanto riguarda le misurazioni qualitative, queste consistono nel richiedere all'utente un giudizio sull'esperienza vissuta. Si utilizzano, di solito, questionari self report, sia perché sono di facile somministrazione, sia perché permettono all'utente di definire soggettivamente il senso di presenza. Tuttavia, sono stati individuati in questa tecnica dei bias nell'attendibilità. Per questo motivo, spesso vengono preferiti strumenti qualitativi come le interviste o i focus group. Questi strumenti, da un lato, permettono un'esaustiva descrizione dell'esperienza da parte degli utenti, dall'altro, però presentano problemi di validità.

Invece, per quanto riguarda la misurazione oggettiva, risultano particolarmente utili le misurazioni delle variazioni degli indici fisiologici in risposta all'esperienza di virtual reality. Infatti, così come il sistema nervoso autonomo si attiva in risposta ad eventi del mondo reale, esso reagisce anche in risposta a stimolazioni provenienti dall'ambiente virtuale. La misurazione delle variazioni degli indici fisiologici può essere effettuata durante l'esperienza di

realtà virtuale, perciò non sarà richiesto al soggetto un giudizio a posteriori e la valutazione sarà avulsa dall'introspezione soggettiva. Ad essere misurati di solito sono: la risposta psico-galvanica, la pressione arteriosa, il battito cardiaco, la tensione muscolare e l'ampiezza/frequenza del respiro. Tuttavia, queste misurazioni richiedono strumenti sofisticati che possono interferire con la tecnologia virtuale.

Un altro approccio quantitativo adotta una logica "sottrattiva", in cui ad essere valutato non è tanto il senso di presenza quanto, piuttosto, la rottura del senso di presenza. Infatti, può capitare che elementi del mondo reale interferiscano con l'esperienza del mondo virtuale interrompendo, così, la continuità del senso di presenza. Secondo questo approccio, è proprio in questo momento di ri-emersione dal mondo virtuale che è possibile valutare il senso di presenza esperito (Morgantini, Riva, 2006).

Le misurazioni qualitative e quantitative del senso di presenza, in realtà, sono solo una comprova della presenza, poiché la capacità dell'utente di acquisire conoscenza all'interno di un ambiente virtuale è già, di per sé, una prova dell'esistenza del senso di presenza.

## 2 Applicazioni cliniche della Realtà Virtuale

Poiché i sistemi di Realtà Virtuale offrono dei vantaggi che gli approcci terapeutici tradizionali non consentono di avere, gli ultimi anni hanno visto un notevole nonché progressivo incremento delle applicazioni della Realtà Virtuale nell'ambito delle Neuroscienze e della pratica clinica. Tra i vantaggi apportati dalla Realtà Virtuale è possibile annoverare, ad esempio, la possibilità di monitorare tramite l'*imaging* o la registrazione diretta l'attività cerebrale mentre si è impegnati in svariati comportamenti interattivi. Ciò permette ai ricercatori di porsi delle domande in un ambiente controllato, cosa che "in natura" non sarebbe possibile. In secondo luogo, gli ambienti della Realtà Virtuale consentono ai ricercatori di manipolare gli stimoli multi-modalità, cosicché l'illusione senso-motoria di essere "presente" nell'ambiente rappresentato possa risultare ingrandita (Bohil et al., 2011). Non meno importante è il fatto che i sistemi di Realtà Virtuale permettano ai ricercatori di cambiare rapidamente o, addirittura, di eliminare i punti di riferimento precedentemente presenti. In questo modo è stato possibile sondare ciò che si era appreso durante la navigazione (Driscoll et al., 2005). Infine, la Realtà Virtuale offre un controllo preciso sul grado di esposizione agli scenari terapeutici (per esempio, si può trattare la paura di volare senza richiedere ai pazienti di salire su un aereo (Maltby et al., 2002), la possibilità di personalizzare gli scenari in base alle esigenze del singolo paziente e anche la capacità di fornire terapie che, altrimenti, sarebbero impossibili. Per esempio, un gruppo di ricerca ha incluso manufatti e immagini direttamente legate al passato della persona all'interno degli ambienti virtuali (Riva, 2010).

Tre sono le principali branche nelle quali i sistemi di Realtà

Virtuale hanno fornito un prezioso contributo alla ricerca:

- il trattamento del dolore;
- la neuro-riabilitazione;
- i disordini di natura psichiatrica.

Si è, inoltre, diffusa l'idea di applicare l'approccio virtuale all'ambito chirurgico. Ne è un chiaro esempio il cosiddetto sistema "MIST" (simulatore chirurgico minimamente invasivo), un prodotto nato per la formazione e la valutazione delle capacità psicomotorie in un intervento chirurgico in Laparoscopia. Il sistema "MIST" si traduce in una grafica 3D piuttosto semplice che rappresenta accuratamente i movimenti degli strumenti all'interno di un ambiente operativo virtuale in cui ogni compito può essere programmato per fornire diversi gradi di difficoltà al chirurgo tirocinante, la cui prestazione può anche essere registrata per una successiva analisi statistica. I dati, infatti, possono essere analizzati in modi diversi, concentrandosi, ad esempio, su aspetti come la precisione e il numero di errori o misurando il tempo necessario per completare l'attività. Possono poi essere valutate sia le prestazioni della mano destra che quelle della mano sinistra. Il vantaggio di un simile approccio, rispettando pienamente la simulazione anatomica di organi e operazioni, è rappresentato dalla possibilità di formare competenze generiche per ridurre al minimo l'accesso chirurgico comune a molte discipline chirurgiche, quali la Chirurgia generale, la Ginecologia, la Chirurgia toracica, la Cardiocirurgia, l'Urologia e l'Ortopedia (McCloy e Stone 2001).

## **2.1 Il trattamento del dolore**

Per quanto riguarda il trattamento del dolore, sono stati sperimentati ambienti virtuali in grado di fornire al paziente rappresentazioni concettuali del proprio corpo e del mondo circostante che possano spostare la sua attenzione dalla sensazione di dolore a quelle multi-sensoriali che provengono dalla Realtà Virtuale, modificando leggermente le caratteristiche del dolore percepite dal paziente stesso (Malloy e Milling, 2010). Nella Realtà Virtuale, infatti, il sollievo dal dolore risulta proprio dalla combinazione della stimolazione multi-modale e dell'interattività. Si consideri, ad esempio, la famosa dimostrazione di Ramachandran circa la riduzione del dolore da arto fantasma utilizzando uno specchio che fornisca un input visivo proveniente dal restante arto (Ramachandran e Rogers-Ramachandran, 1996). Il senso di “presenza” virtuale offerto dagli ambienti sembra altrettanto coinvolto in un'analgesia quanto più efficace possibile. Basti pensare all'uso della Realtà Virtuale nella riduzione del dolore da ustione. L'interazione con un ambiente virtualmente invernale ha, infatti, ridotto il dolore avvertito dai pazienti, inducendo addirittura la comparsa di pensieri di “freddo” (Hoffman, 2004). Si deve sottolineare, tuttavia, che tali risultati sono limitati al periodo durante il quale il paziente è effettivamente trattato con la Realtà Virtuale e non sembrano essere di lunga durata. Al tempo stesso, massimizzare l'immersione sensoriale e, quindi, il senso di presenza nell'ambiente virtuale sembra essere in grado di rafforzare l'efficacia analgesica (Gutierrez-Maldonado, 2010). Inoltre, il contenuto della simulazione deve essere convincente per essere efficace nell'alleviare il dolore (Wender, 2009).

## 2.2 La neuro-riabilitazione

Nell'ambito della neuro-riabilitazione, invece, le applicazioni si sono concentrate prevalentemente su due aree: i disturbi dell'equilibrio e il recupero della funzione in seguito ad un episodio di *ictus*. Nel recupero della stabilità posturale si è dimostrata molto utile la Realtà Virtuale immersiva. Essa, infatti, coinvolgendo la testa, le mani e il corpo simultaneamente, fa in modo che i loro movimenti dipendano dal cambiamento degli stimoli visivi e uditivi. Inoltre, i sistemi di monitoraggio utilizzati nella Realtà Virtuale forniscono un ottimo strumento per la registrazione dei movimenti e, quindi, per la valutazione degli eventuali miglioramenti nel tempo (Earhart et al., 2010). La Realtà Virtuale ha promesso anche di stimolare il recupero della funzione in pazienti che hanno subito un *ictus*. Per interagire con l'ambiente virtuale, ai pazienti è stato dato un guanto che permette il *force-feedback* e dopo due settimane di compiti virtuali sono stati osservati dei miglioramenti nel controllo individuale del pollice e nella velocità di movimento di quest'ultimo e dell'indice. Questi risultati sono stati mantenuti dopo una settimana, evidenziando i benefici apportati dalla Realtà Virtuale alla neuro-riabilitazione. Questi autori attribuiscono il miglioramento ad una maggiore motivazione nell'impegnarsi in esercizi riabilitativi (Merians et al., 2006). L'*ictus* è una frequente causa di disabilità negli adulti e può portare a deficit funzionali di lunga durata. Tuttavia, alla luce della plasticità del cervello si potrebbe ipotizzare di agevolare il recupero di numerosi pazienti mediante lo sfruttamento di tutti quei meccanismi che si trovano alla base della riorganizzazione neuronale. Al momento non è chiaro come questa riorganizzazione possa essere mobilitata, ma nuove tecniche appaiono promettenti per risolvere questo problema. Basti pensare alla *Riabilitazione Gaming System* (RGS) che si basa su

una serie di ipotesi circa i meccanismi neuronali di recupero (Cameirão et al., 2010). Studi simili hanno esaminato i bambini con andatura instabile a causa di paralisi cerebrale. Dopo aver camminato su una pista mentre si osserva un pavimento di piastrelle virtuale per 20 minuti, i partecipanti hanno mostrato dei miglioramenti nella velocità del cammino e nella lunghezza del passo (Baram e Lenger, 2009). Tendenze simili sono state segnalate nei pazienti con disturbi dell'andatura correlati a sclerosi. Ancora una volta, i risultati sembrano indicare che i tempi di stimolazione multi-modale nella Realtà Virtuale (vedere un pavimento di piastrelle virtuale sotto ai piedi durante l'ascolto dei passi sul pavimento) aiutano il cervello a bypassare le aree danneggiate (Baram e Miller, 2006).

### **2.3 I disordini di natura psichiatrica**

L'ambito della Medicina in cui finora la Realtà Virtuale ha dato il suo maggiore contributo è quello dei disturbi psichiatrici. La Realtà Virtuale offre, infatti, una esperienza controllata simile al dosaggio farmacologico nei trattamenti psichiatrici, oltre ad un grado potenzialmente elevato di realismo in maniera tale da sostenere il trasferimento dei risultati nel mondo reale. La Realtà Virtuale, più dettagliatamente, è stata applicata ad una lunga serie di patologie psichiatriche:

- Disturbi d'Ansia, con particolare attenzione al mondo delle Fobie Specifiche, del PTSD e del DOC;
- Abuso di Sostanze;
- Disturbi dell'Alimentazione;
- Disturbi della Sessualità;
- Schizofrenia.



### 2.3.1 Disturbi d'Ansia

I primi studi e le prime applicazioni della realtà virtuale sono stati relativi, in particolar modo, alle fobie. La terapia cognitivo comportamentale (cognitive behavioral therapy, CBT) è uno degli interventi maggiormente usati ed efficaci per ottenere una rapida e duratura remissione delle manifestazioni fobiche.

Le Fobie specifiche vengono comunemente trattate con la terapia d'esposizione, la quale introduce sistematicamente l'oggetto temuto dal paziente, iniziando con un piccolo "dosaggio", come, ad esempio, immaginare lo stimolo fobico, per poi passare a situazioni più ansiogene. Nel tempo il paziente può acquisire un senso di controllo sull'ambiente e, cioè, sulla sua paura. La Realtà Virtuale, in questo modo, appare potenzialmente in grado di risolvere molti problemi che sono comuni al mondo reale. L'ambiente virtuale, infatti, consente ai terapeuti di regolare il grado di esposizione e di raggiungere un livello elevato di coerenza tra le diverse sessioni (Parsons e Rizzo, 2008). Inoltre, le simulazioni possono fornire un accesso più facile a situazioni di difficile organizzazione nel mondo reale (come volare in aereo o stare di fronte ad animali o, ancora, parlare dinanzi ad un pubblico di grandi dimensioni). Numerose, pertanto, sono state le Fobie Specifiche che hanno potuto usufruire di un simile approccio:

→ **Acrofobia**: la paura patologica dell'altezza è stata la prima fobia trattata con i sistemi di Realtà Virtuale. Parecchi risultati hanno dimostrato che essa può essere ridotta con tale trattamento, così come il *follow-up* sembra dimostrare che gli effetti del trattamento sono duraturi (Choi et al., 2001);

→ **Claustrofobia**: Garcia-Palacios et al. (2007) si sono chiesti se la Realtà Virtuale potesse ridurre i sintomi della claustrofobia durante

una finta scansione di RMN cerebrale. Lo studio ha seguito due pazienti che soddisfacevano i criteri del DSM-IV per tale fobia specifica. Questi hanno riportato alti livelli di ansia durante la prima scansione di 10 minuti, chiedendo che venisse terminata prima. Ai pazienti sono state poi assegnate in modo casuale la Realtà Virtuale o la musica per la loro seconda scansione. Il paziente immerso in un mondo virtuale 3-D chiamato “Snow World” è stato in grado di completare la scansione di 10 minuti con un basso livello di ansia, mentre il paziente che ha ricevuto musica come unica fonte di distrazione durante la sua seconda scansione non è stato in grado di completarla. Questi risultati suggeriscono che la Realtà Virtuale immersiva possa rivelarsi efficace nel ridurre i sintomi della claustrofobia durante la RMN e che, invece, la musica possa risultare meno utile;

→ **Aviofobia:** la realtà virtuale, combinata alla terapia cognitivo-comportamentale nel trattamento della paura di volare, ha dimostrato il suo valore clinico-terapeutico in alcune ricerche già alla fine degli anni novanta, anche in contrapposizione alle tecniche di esposizione in vivo e a quelle immaginative (Rothbaum, 2006). In tutte le ricerche, il paziente veniva immerso attraverso un casco in un ambiente di realtà virtuale con il quale veniva simulato un breve viaggio in aereo; le scene riprodotte riguardavano aerei virtuali, passeggeri seduti accanto ad una delle finestre del velivolo, situazione di rullaggio in pista, di decollo regolare o approssimativo, di un volo regolare o turbolento, e di un passaggio vicino o sopra l'aeroporto. Sono stati rilevati in media risultati positivi nell'80% circa dei casi, sia nel mantenimento di stati d'ansia in un range nella norma, anche nei voli successivi nella vita

reale dei soggetti, sia nel mantenimento di questi benefici a medio e lungo termine (Price, 2007).

→ **Paura di guidare**: le persone affette da tale fobia riconoscono che le loro paure sono eccessive o irragionevoli, ma non sono in grado di guidare. L'incapacità di guidare comporta una grave perdita di indipendenza, che interferisce con le attività quotidiane. La Realtà Virtuale può essere molto promettente per il trattamento di tale fobia (Wald e Taylor 2000);

→ **Aracnofobia**: pochi studi sono stati condotti sull'efficacia della Realtà Virtuale nel trattamento della paura dei ragni anche perché l'acquisto o la creazione di un software di Realtà Virtuale ha costi piuttosto elevati. Un'alternativa meno costosa potrebbe essere, secondo Bouchard et al. (2006), quella di modificare i già esistenti giochi 3-D. Dieci donne e un uomo hanno preso parte al loro studio dove i mondi virtuali sono stati creati utilizzando l'editor di un videogioco 3-D (Half-Life TM) modificato per fornire gradualmente degli stimoli fobici (ragni). L'analisi ha rivelato un significativo miglioramento tra i risultati pre- e quelli post-test nelle condotte di evitamento;

→ **Paura di parlare in pubblico**: poiché è stato dimostrato che anche un pubblico virtuale può suscitare ansia, specifici ambienti virtuali ansiogeni sono stati creati per il trattamento di pazienti con paura di parlare in pubblico. Gli studi disponibili mostrano risultati promettenti, ma anche importanti limitazioni, quali la mancanza di confronti statistici (Anderson et al. 2005);

→ **Disturbo di panico con agorafobia**: definita come la paura di trovarsi in luoghi o in situazioni da cui la fuga potrebbe essere difficile o imbarazzante, l'agorafobia è spesso associata al disturbo di panico. Diversi studiosi hanno dimostrato che il trattamento basato su terapia

cognitivo-esperienziale, psico-educazione, esposizione alla Realtà Virtuale, terapia cognitiva e prevenzione delle ricadute produce risultati simili a quelli della tradizionale terapia cognitivo-comportamentale ma in una minore quantità di tempo (Botella et al. 2007).

→ **Disturbo Post Traumatico da Stress (DPTS)**: in un caso di DPTS indotto dall'esposizione agli attacchi terroristici dell'11 Settembre 2001, i ricercatori hanno trovato una notevole riduzione dei sintomi del PTSD nei sopravvissuti dopo terapia d'esposizione con Realtà Virtuale. Essi riportano una riduzione del 90% dei sintomi dopo sei sessioni (di circa un'ora) per diverse settimane (Difede et al., 2001). Incoraggiati da risultati come questi, i terapeuti utilizzano sempre più la Realtà Virtuale negli ospedali per valutare i soldati in servizio attivo e diminuire la risposta ai ricordi traumatici (Reger et al., 2009).

→ **Disturbo Ossessivo Compulsivo (DOC)**: la capacità della realtà virtuale nell'alleviare l'ansia (Gorini et al., 2010; Repetto et al., 2011) può essere usata anche per il disturbo ossessivo compulsivo. che può essere definito come un Disturbo dell'Ansia fortemente invalidante per i pensieri ossessivi che sono persistenti e ricorrenti e per i comportamenti compulsivi che sono ritualizzati. Il DOC rivela una grande varietà di sintomi, come il controllo, la contaminazione e la simmetria. Esistono diverse ragioni per cui ai pazienti con DOC è stata applicata la Realtà Virtuale. In primo luogo, la Realtà Virtuale sembra alleviare l'ansia in pazienti con disturbi fobici, ragion per cui può anche essere utile nel trattamento del DOC. In secondo luogo, la maggior parte delle persone affette da DOC si vergogna del proprio incontrollabile comportamento ripetitivo e si preoccupa di ciò che gli altri possano pensare (Stanney, 2002). La Realtà Virtuale è in grado di ridurre l'imbarazzo degli individui, proteggendo la loro privacy.

Inoltre, sostituendo il tradizionale test "noioso" con un gioco "divertente" in un ambiente virtuale, è possibile superare la scarsa motivazione e la mancanza di concentrazione durante la prova. Infine, la Realtà Virtuale consente una misurazione accurata delle prestazioni (Kim et al. 2008).

L'ambito della ricerca in cui i sistemi di Realtà Virtuale si sono dimostrati maggiormente utili risulta essere quello dell'*assessment* e, cioè, della valutazione delle funzioni esecutive e cognitive, molto spesso compromesse nei pazienti affetti da DOC. È stata, ad esempio, utilizzata una versione virtuale del *Multiple Errand Test* (MET) al fine di valutare le funzioni esecutive nella vita quotidiana di 10 pazienti e di 10 controlli che in un supermercato virtuale hanno dovuto acquistare degli elementi ed ottenere delle informazioni (La Paglia et al., 2012). I risultati ottenuti hanno supportato la possibilità di utilizzare la Realtà Virtuale come strumento di valutazione delle funzioni esecutive ed hanno riscontrato una significativa correlazione tra questa e la batteria dei test neuropsicologici.

Il medesimo ambiente virtuale è stato impiegato poco dopo per studiare il fenomeno della *break in volition*, tipico dei pazienti con DOC (Cipresso et al., 2013). Gli ambienti virtuali, infatti, permettono ai ricercatori di manipolare le regole durante l'esecuzione delle normali attività e di fornire istruzioni confuse o di arresto. Lo studio ha coinvolto 30 partecipanti (15 pazienti e 15 controlli), dimostrando la maggiore validità ecologica della Realtà Virtuale rispetto ad una classica batteria di test neuropsicologici.

È stata, infine, notata una certa similitudine tra i deficit cognitivi manifestati dai pazienti con DOC e quelli, invece, legati al Morbo di Parkinson, ragion per cui numerosi studiosi hanno cominciato a valutare questi ultimi tramite la Realtà Virtuale. Basti

pensare ad Albani et al. (2002) che hanno testato due donne con Morbo di Parkinson di età compresa tra 68 e 69 anni e 10 soggetti di controllo, al fine di esplorarne le strategie motorie tramite la creazione di immagini mentali che potessero fungere da punti di riferimento esterni. Attività come cucinare o guidare un'automobile, ad esempio, hanno bisogno di un maggiore coinvolgimento (in termini di quantità e di durata) delle funzioni corticali superiori e, in particolare, di quelle che richiedono attenzione e che non possono essere sufficientemente esplorate dai tradizionali test neuropsicologici. Le due pazienti esaminate hanno mostrato una marcata differenza nel punteggio relativo alla velocità e gli spazi virtuali più stretti hanno esagerato questa loro tendenza, anche se nella vita reale le pazienti non avevano mai manifestato alcun congelamento o fenomeno di blocco motorio. Per quanto riguarda le altre attività svolte, le pazienti hanno svelato una lieve difficoltà nei compiti di puntamento, di memoria e di orientamento.

### 2.3.2 Abuso di Sostanze

In materia di Abuso di Sostanze, i programmi di Realtà Virtuale sono stati testati con successo in campioni di pazienti nicotina- e cocaina- dipendenti. Cercando di espandere le applicazioni della Realtà Virtuale alla dipendenza da alcool, un sistema di valutazione in grado di incorporare stimoli visivi, uditivi ed olfattivi è stato sviluppato e testato. In uno studio controllato 40 bevitori non trattati ma con disturbi da abuso di alcool sono stati esposti agli ambienti della Realtà Virtuale, i quali hanno valutato il desiderio soggettivo, l'attenzione agli stimoli e il livello di presenza. Nel complesso, il desiderio personale di alcool è aumentato più negli ambienti virtuali correlati all'alcool che in quelli neutri. I partecipanti hanno, inoltre, dimostrato livelli elevati di presenza nell'ambiente virtuale, dimostrando che questo è stato percepito come realistico e convincente. Questi primi risultati supportano, pertanto, l'uso della Realtà Virtuale nella ricerca e nel trattamento della dipendenza da alcool (Bordnick et al. 2007). Studi simili erano già stati eseguiti per la dipendenza da cocaina. Basti pensare allo sviluppo di un ambiente virtuale tridimensionale capace di suscitare desiderio soggettivo e reattività (vale a dire, risposta emotiva soggettiva, frequenza cardiaca e conduttanza cutanea) in 11 individui crack-dipendenti. Ognuna delle sette scene di crack in 3D raffigura attori impegnati in una vasta gamma di utilizzi e di comportamenti correlati alla cocaina (per esempio, fumare crack), mentre le scene dal contenuto neutro raffigurano acquari 3D. I risultati hanno indicato che il *craving* è stato significativamente più elevato durante le scene correlate alla cocaina. La frequenza cardiaca, infatti, era significativamente più alta in quattro delle scene contenenti la droga. Nel complesso, una simile tecnologia ha una potenziale utilità nello sviluppo di interventi

comportamentali basati sull'esposizione per i disturbi da Abuso di Sostanze (Saladin et al., 2006).



### **2.3.3 Disturbi del Comportamento Alimentare**

Altrettanto fondamentale si è dimostrato il contributo fornito dalla Realtà Virtuale alla ricerca sui Disturbi dell’Alimentazione. I Disturbi Alimentari sono sindromi cliniche caratterizzate da un anomalo comportamento alimentare. I Disturbi dell’Immagine del Corpo sono una parte della tipica psicopatologia dei Disturbi Alimentari e sono inclusi tra i criteri diagnostici per l’Anoressia e la Bulimia Nervosa. In realtà, gli anomali comportamenti alimentari sono un mezzo per raggiungere l’obiettivo principale delle persone che soffrono di Anoressia o Bulimia Nervosa: cercare di trasformare un corpo che non riescono ad accettare (Perpina et al., 2003). Il concetto di immagine corporea è stato descritto da Schilder (1950), il quale ha usato quest’espressione per fare riferimento al modo in cui il nostro corpo ci appare. Quindi, è importante sottolineare che l’immagine corporea e l’aspetto fisico della persona non coincidono necessariamente. Questo problema ha portato numerosi ricercatori a contemplare i vantaggi che una nuova tecnologia, quale la Realtà Virtuale, può offrire. Tale approccio è stato inizialmente utilizzato per lo studio e il trattamento dei disturbi in una popolazione non clinica (Riva et al., 1997). In seguito, esso è stato applicato a pazienti anoressici con risultati incoraggianti (Riva et al., 1998), tanto che oggi la Realtà Virtuale è considerata un possibile strumento per la modifica di un’immagine corporea negativa. Integrando il trattamento esperienziale con la terapia cognitiva, un protocollo basato sulla Realtà Virtuale è riuscito ad ottenere buoni risultati a lungo termine con pazienti obesi o affetti da altri gravi Disturbi del Comportamento Alimentare (Riva, 2011).

### **2.3.4 Disturbi della Sessualità**

Optale et al. (1998; 2004) conducono degli studi sul trattamento dell'impotenza o disfunzione erettile, presumibilmente di origine psicologica o mista, e dell'eiaculazione precoce, integrando un approccio psicoterapeutico dinamico con la realtà virtuale.

Nell'ambiente virtuale il paziente viene riportato all'infanzia, all'adolescenza, ed a i primi approcci con il sesso opposto. Quindi, questa tecnica prende in considerazione sia le cause attuali che quelle remote della disfunzione, analizzando anche la relazione con il partner. L'ambiente virtuale è usato come un sogno controllato, in cui il paziente deve superare degli ostacoli, ciò gli permette di esprimere, in modo non verbale, transfert e libere associazioni legate all'esperienza sessuale. I principi generali della psicologia dinamica, come la difficoltà nella separazione e l'attaccamento ambivalente, sono stati utilizzati come ausili interpretativi. Attraverso questi studi, gli autori concludono che la realtà virtuale consente di accelerare il processo terapeutico, che con la normale terapia dinamica richiede periodi molto lunghi. Inoltre, questa tecnica permette di eludere le difese cognitive e stimolare direttamente il subconscio.

### **2.3.5 Schizofrenia**

Sebbene l'utilizzo della realtà virtuale con pazienti schizofrenici sia una pratica piuttosto recente, numerosi studi dimostrano che gli ambienti virtuali consentono, in una situazione controllata, interessanti applicazioni sia per la valutazione che per il trattamento. La realtà virtuale permette di riprodurre situazioni ambientali e sociali che stimolano il soggetto in modo simile al contesto reale; per di più, è possibile modulare l'intensità e la durata dell'esperienza virtuale in base alle esigenze del soggetto (La Barbera et al., 2010). Inoltre,

permette di riprodurre situazioni emotive e sociali, tipiche delle relazioni interpersonali (Kim et al., 2010). Gli ambienti virtuali, così come per le fobie, consentono di esporre il paziente alle proprie paure persecutorie, in modo che questo possa testare le proprie credenze sulle minacce. Oppure, un altro utilizzo può essere quello di far imparare al paziente delle strategie di coping da adottare in situazioni sociali, qualora si verificano i sintomi psicotici (Freeman, 2008).

Park et al. (2011) hanno anche usato un'applicazione della realtà virtuale in giochi di ruolo, per stimolare le abilità interpersonali dei pazienti. Nello specifico, lo studio ha dimostrato che l'utilizzo dei giochi di ruolo in VR può essere particolarmente vantaggioso nel migliorare le abilità di conversazione e la fiducia in sé.

Tuttavia, il principale limite delle applicazioni VR con gli schizofrenici sembra essere la stabilità dell'esame di realtà, che caratterizza la fase acuta della malattia (La Barbera et al., 2010).

Gli ambienti virtuali possono anche essere utilizzati come supporto nella valutazione cognitiva e psicopatologica di questi pazienti. Infatti, all'interno della realtà virtuale le abilità e i deficit del paziente possono essere valutati in modo accurato e in un contesto ecologico, che permette di appurare, in modo attendibile, i deficit cognitivi che il paziente vive nel quotidiano (Freeman, 2008).

### **3 Assessment Neuropsicologico**

#### **3.1 Valutazione dell'Attenzione**

L'attenzione è una funzione psichica collegata all'attività della coscienza. Rappresenta una modalità di funzionamento selettivo e finalizzato della coscienza, che si concentra e direziona su specifici contenuti (La Barbera, Varia, 2003). L'attenzione regola l'attività dei processi mentali, filtrando e organizzando le informazioni allo scopo di emettere una risposta adeguata. L'attuarsi del processo attentivo richiede due precondizioni: un normale stato di allerta e di vigilanza, e normali capacità di concentrazione e selezione (Zoccolotti et al., 1999).

Schematicamente si può distinguere l'attenzione in (Mazzucchi, 1995):

- attenzione automatica o involontaria: che consente di produrre immediate risposte senza una preliminare analisi consapevole delle informazioni, che provengono dall'interno o dall'esterno dell'individuo. Tali sono le reazioni primitive di orientamento e i cosiddetti meccanismi d'allerta.
- attenzione controllata o volontaria: si tratta della dinamica attentiva che consente l'esecuzione di tutti processi mentali consci. Questa funzione non rappresenta un fenomeno unitario, ma è costituita da una classe di processi qualitativamente diversi, caratterizzati sia da una dimensione selettiva sia da una dimensione d'intensità (Zoccolotti et al., 1999).

La dimensione della selettività può essere esaminata con compiti di attenzione focalizzata, in cui al paziente viene chiesto di identificare un target tra molti distrattori (Zoccolotti et al., 1999). Tra i

test più utilizzati in ambito clinico ci sono i test di cancellazione o di barrage (per esempio il Test di Cancellazione di Mesulam) e il Test di Stroop di Venturini et al. (Vallar, Papagno, 2007).

Un altro aspetto importante della selettività è misurato con prove che indagano la capacità del paziente di rispondere in presenza di più canali informativi, ossia indagano l'attenzione divisa. Si tratta di compiti dual task, in cui viene richiesto al paziente di eseguire diversi sottocompiti tra loro interferenti sotto una forte pressione temporale (Zoccolotti et al., 1999). Un compito di questo tipo è il Trail Making Test (TMT), che è costituito da due parti: nella parte "A", il soggetto deve unire con una linea in ordine crescente, senza mai staccare la matita del foglio, 25 numeri cerchiati e stampati in modo casuale su un foglio; nella parte "B", il soggetto deve collegare alternatamente 13 numeri e 12 lettere in ordine progressivo, egualmente cerchiati e stampati in modo casuale. Entrambe le parti devono essere eseguite il più velocemente possibile. Il compito è di difficoltà crescente, infatti, la parte "B" è più complessa rispetto alla parte "A", poiché è un compito di switch in cui il soggetto deve tenere a mente le sequenze di numeri e di lettere e, nello stesso tempo, unire un bersaglio con il successivo. Il punteggio si ottiene dal tempo impiegato per l'esecuzione di ciascuna parte e dalla sottrazione del tempo impiegato per la parte "A" al tempo della parte "B". Nel caso di errori, si lascia che il soggetto si corregga da solo e, se ciò non avviene, gli si segnala l'errore, in questo modo il tempo totale del test aumenta. Il punteggio viene poi corretto in base all'età e alla scolarità del soggetto (Lezak, 2000; Vallar, Papagno, 2007).

Per quanto riguarda la dimensione intensiva dell'attenzione, un importante aspetto riguarda la capacità di mantenere un livello adeguato di risposta per periodi prolungati di tempo, ossia l'attenzione

sostenuta, per la quale vengono usati compiti di valutazione monotoni, che impegnano il soggetto per molto tempo e richiedono la capacità di mantenere un'adeguata prestazione per tutta la durata del compito (Zoccolotti et al., 1999).

### **3.2 Valutazione della Memoria**

La memoria non è una funzione unitaria, ma un insieme di componenti distinte indipendenti, ognuna delle quali è associata a diverse strutture cerebrali.

In genere viene fatta una distinzione fra memoria a lungo termine e memoria a breve termine. La memoria a breve termine (MBT) viene considerata responsabile del mantenimento immediato di un limitato quantitativo di informazioni, che decade nel giro di qualche secondo se non ripassato. La MBT registra le caratteristiche fisiche dello stimolo ed è poi in grado di rievocarle in modo esatto. La memoria a lungo termine (MLT) mantiene quantitativi di informazioni maggiori e per periodi di tempo più lunghi; inoltre, opera estraendo e immagazzinando contenuti semantici essenziali delle diverse informazioni. Questi due sistemi funzionano in modo integrato e operano in sequenza (Cipollotti, Warrington, 1985).

La MBT e la MLT sono costituite da ulteriori sottocomponenti. La MBT viene suddivisa in deposito temporaneo a breve termine che corrisponde alla capacità di span, sia verbale sia non verbale e in memoria di lavoro (working memory), cioè la capacità di mantenere presenti e vive informazioni per il tempo necessario a completare il compito (Mazzucchi, 1999).

Per quanto riguarda la MLT distinguiamo: la memoria procedurale, che costituisce le abilità acquisite in modo implicito; la memoria dichiarativa che comprende invece ricordi che vengono

rievocati con la partecipazione volontaria esplicita del soggetto. La memoria dichiarativa è a sua volta divisa in memoria semantica e memoria episodica (Cipollotti, Warrington, 1985).

Un'altra importante componente della memoria, che però non fa parte né della MLT né della MBT ma dipende dalla loro integrità, è la memoria prospettica. Questa provvede alla programmazione di azioni che dovranno essere compiute a distanza di tempo e, quindi, anche alla rievocazione nel momento giusto (Mazzucchi, 1999).

Per valutare le diverse componenti della memoria si ricorre a vari test, specifici per ciascuna di queste. In particolare, uno degli strumenti più utilizzati è la batteria di memoria, composta da cinque subtest: Span di Cifre, Coppie di Parole, Span spaziale di Corsi, Breve Racconto, Apprendimento Supra-Span Visuo-Spaziale (cubi di Corsi).

Lo Span di Cifre elaborato da Orsini et al. (1987) permette di valutare la memoria uditivo-verbale a breve termine. L'esaminatore legge al paziente delle sequenze di cifre di lunghezza crescente, da 3 a 9, e il paziente deve ripetere la sequenza subito dopo la presentazione. La risposta è considerata corretta se tutti gli elementi della sequenza sono stati ripetuti nell'ordine di presentazione. Per ogni lunghezza si presenta una sequenza e, nel caso la sua ripetizione risulti errata, se ne presenta una seconda. Si interrompe la prova quando il soggetto fallisce entrambe le sequenze di una data lunghezza. La lunghezza della sequenza più lunga ripetuta correttamente è il punteggio grezzo dello span, che viene poi corretto in base all'età e alla scolarità.

Per quanto riguarda Coppie di Parole e Breve Racconto si tratta di prove di apprendimento verbale. Nell'apprendimento di Coppie di Parole, vengono lette al soggetto 10 coppie di parole bisillabiche, cinque coppie hanno un'associazione "facile", perché già semanticamente collegate (per esempio nord-sud), altri cinque hanno

un'associazione "difficile" perché di tipo episodico e non familiare (per esempio bacio-muro). L'elaborazione delle parole facili e più automatica, invece, quella delle parole difficili richiede un'elaborazione attiva. Quindi, l'encoding e il retrieval nelle parole facili è più semplice, mentre per le parole difficili richiede una maggiore organizzazione. La prova è costituita da tre trial di apprendimento. Al termine della presentazione delle coppie, l'esaminatore propone solo la prima parola di ciascuna coppia, chiedendo di rievocare la seconda. Si assegna 1/2 punto per ogni coppia facile correttamente rievocata e 1 punto per ciascuna coppia difficile. Si sommano i punteggi complessivi di ciascuna ripetizione, che poi vengono corretti in base all'età e alla scolarità del soggetto (Lezak, 2000; Vallar, Papagno, 2007).

Per quanto riguarda il Breve Racconto, l'esaminatore legge una breve storia che il paziente ha il compito di rievocare subito dopo la presentazione. Successivamente, il brano viene riletto e, dopo un intervallo di 10 minuti, in cui il paziente è impegnato in un'attività non verbale, si richiede nuovamente la rievocazione. Si sommano i punteggi ottenuti nelle due rievocazioni, correggendoli in base all'età, al sesso e alla scolarità del soggetto (ibid.).

Infine, lo Span spaziale di Corsi e l'Apprendimento di Corsi sono dei compiti che permettono di valutare l'apprendimento visuo-spaziale.

Lo Span di Corsi di Spinnler e Tognoni si basa sull'utilizzo di una tavoletta di legno, in cui sono incollati 9 cubetti, disposti in modo asimmetrico. I cubetti sono numerati dal lato rivolto verso l'esaminatore, non da quello rivolto verso il soggetto. Il somministratore, seduto di fronte al soggetto, tocca con l'indice i cubetti in una sequenza standard di lunghezza crescente (da due a dieci cubetti), tornando ogni volta con l'indice sul tavolo alla fine di



ogni sequenza. Appena terminata la dimostrazione, l'esaminatore chiede al soggetto di toccare i cubetti nello stesso ordine. Vengono presentate tre sequenze per ogni serie. Se il soggetto riproduce correttamente almeno due sequenze su tre, si passa ad esaminare la serie successiva. Il numero di cubetti relativo alla serie più lunga, per la quale sono state riprodotte correttamente almeno due sequenze, costituisce il punteggio del test che rappresenta lo span di memoria spaziale di quel soggetto. Lo span di memoria spaziale medio è uguale a 5, ma sono state trovate differenze statisticamente significative tra punteggi medi in funzione dell'età e della scolarità, ma non del sesso, in campioni di adulti e anziani (Lezak, 2000; Vallar, Papagno, 2007).

Per quanto riguarda l'Apprendimento di Corsi, il test consiste nel presentare una sequenza fissa di otto cubetti che il paziente deve riprodurre immediatamente dopo ogni presentazione, fino al raggiungimento del criterio di apprendimento. Il criterio viene raggiunto quando il paziente riproduce in modo esatto la sequenza per tre volte consecutive o, in caso negativo, fino ad un massimo di 18 prove. Cinque minuti dopo l'ultimo tentativo, durante i quali il paziente è impegnato in differenti attività verbali, è richiesta un'ulteriore riproduzione della sequenza. Si utilizza un punteggio informativo, che tiene conto dei frammenti di sequenza correttamente riprodotti ad ogni tentativo. Il punteggio totale viene poi corretto in base all'età, al sesso e all'istruzione del soggetto (ibid.).

Un'altra prova di apprendimento visuo-spaziale frequentemente usata è il Test della Figura Complessa di Rey-Osterrieth (RCFT), che consiste nella riproduzione immediata e differita, dopo una fase di copia, di una figura complessa priva di significato. La figura è composta da un abbinamento di linee, che in sé non hanno un

significato verbale, ed ha una struttura complessa che richiede l'analisi e la sintesi dei dettagli, coinvolgendo sia l'emisfero destro, per la strutturazione della figura del complesso, sia l'emisfero sinistro per l'attenzione ai dettagli. Il punteggio è costituito dal numero di elementi disegnati riconoscibili e nella giusta posizione, corretto in base all'età, alla scolarità, al sesso e tenendo conto della prestazione ottenuta nella coppia (Lezak, 2000; Vallar, Papagno, 2007).

### **3.3 Valutazione delle Funzioni Esecutive**

Le funzioni esecutive comprendono un insieme di competenze, come la pianificazione, la sequenzialità, la capacità di mantenere l'attenzione, la resistenza alle interferenze, l'utilizzo di feedback, la capacità di coordinare più attività contemporaneamente, la flessibilità cognitiva e la capacità di affrontare le novità. I substrati neurali di queste competenze si trovano nella corteccia prefrontale (Crawford, 1998).

Queste abilità svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione del comportamento sociale, in quanto aiutano a reprimere le azioni inappropriate e permettono di concentrarsi in modo finalizzato sulle informazioni. L'insieme dei deficit delle funzioni esecutive viene definito "sindrome disesecutiva". I soggetti che soffrono della sindrome disesecutiva presentano una menomazione dell'attenzione, della pianificazione, del problem solving e del controllo comportamentale; oltre a problemi nell'avvio e nell'arresto delle attività, perseverazioni, distraibilità e difficoltà nell'apprendere nuovi compiti (Raspelli et al., 2009).

Molti sono i pazienti che possono soffrire di questi disturbi: anziani (Crawford, 1998); pazienti che hanno subito un danno frontale a causa di un trauma cranico (Tebaldi et al., 2008), ictus (Raspelli et

al., 2009), o con patologie specifiche come il morbo di Parkinson (Albani et al., 2010); pazienti con disturbi dell'attenzione e iperattività (Raspelli et al., 2009); pazienti schizofrenici (ibid.); pazienti con disturbo ossessivo compulsivo (Cipresso et al. 2013; La Paglia et al., 2012).

La valutazione delle funzioni esecutive si organizza su differenti prove: prove che valutano la sensibilità all'interferenza; prove di set-shifting, per valutare la flessibilità mentale del soggetto; prove di abilità di pianificazione e programmazione (Lezak, 2000).

Per quanto riguarda le prove per la valutazione della sensibilità all'interferenza vengono frequentemente usati il Test di Stroop e il Test di Fluenza Fonemica.

Il Test di Fluenza Fonemica è particolarmente sensibile ai deficit frontali, poiché indaga l'abilità del soggetto nel formare una strategia in risposta al compito. Viene valutata, anche, la velocità e la flessibilità di accesso al magazzino di rappresentazione della memoria semantica e l'efficienza della memoria a breve termine per evitare le perseverazioni. Questo test è costituito da due parti: una indaga la fluenza fonologica e l'altra la fluenza semantica. Per quanto riguarda la parte fonologica, l'esaminatore chiede al paziente di indicare in 1 minuto tutte le parole, che gli vengono in mente, che iniziano per una determinata lettera (per esempio la "P"). Qualsiasi parola va bene, eccetto nomi di persone e luoghi; in più, il soggetto non può usare più di una volta la stessa parola cambiandone il suffisso. Se il soggetto si interrompe prima della fine di 1 minuto, viene incoraggiato a trovare altre parole. La fluenza fonologica è costituita da 3 prove, con 3 lettere diverse, e il punteggio totale è dato dalla somma delle parole corrette prodotte da ciascuna lettera. Per quanto riguarda la parte semantica, viene richiesto al soggetto di indicare quante più parole possibili entro

1 minuto, che facciano parte di una determinata categoria semantica. La modalità di somministrazione del test e di registrazione dei punteggi sono analoghe a quelle della prova di fluenza fonologica (Lezak, 2000; Vallar, Papagno, 2007).

Per quanto riguarda le prove di set-shifting, vengono usati frequentemente il TMT e il Wisconsin Card Sorting Test (WCST). Il WCST è una prova di categorizzazione con criteri variabili, usata per valutare le abilità di ragionamento astratto e di modifica delle strategie cognitive al mutare delle contingenze ambientali. Il soggetto deve assegnare, una alla volta, 128 carte a uno dei 4 possibili gruppi, in base al colore, alla forma o al numero di simboli riprodotti su ogni carta. Il criterio di assegnazione non è, però, noto e il paziente lo deve dedurre attraverso le risposte affermative o negative dell'esaminatore; inoltre, il criterio muta dopo un certo numero di risposte corrette del paziente. Il test è particolarmente difficile e complesso, poiché richiede capacità di astrazione e deduzione, abilità di problem solving, flessibilità e mantenimento del criterio corretto. In più, è molto frustrante, quindi, il paziente deve avere un buon controllo degli impulsi. Il WCST è sensibile al danno frontale, in particolar modo alle lesioni dorsolaterali e orbito frontali (ibid.).

Infine, un test frequentemente usato per valutare la capacità di pianificazione e programmazione è la Torre di Londra (TOL) di Shallice e McCarthy. Il test è costituito da tre pioli di diversa lunghezza montati su una struttura di legno e da tre palline di colore diverso (rosso, blu e verde), che si infilano nei pioli. Il test si compone di 12 prove, di difficoltà crescente, che richiedono al paziente di riprodurre un'immagine target con il materiale fornito. Si parte sempre da una configurazione di base e il test è a tempo. Il paziente deve, inoltre, seguire delle regole: può muovere solo una pallina per volta;

può muovere la pallina solo da un piolo ad un altro, quindi, non può posarla sul tavolo o tenerne in mano più di una; può collocare una sola pallina sul piolo piccolo, due sul piolo medio e tre sul piolo grande; il numero degli spostamenti da fare per raggiungere la configurazione target è stabilito dall'esaminatore. Questo test è usato per valutare la capacità di mettere in atto i processi di decisione strategica, di pianificazione di soluzioni efficaci tese alla risoluzione del compito e di mantenimento dell'attenzione sostenuta. È importante che il soggetto sia in grado di anticipare e tenere a mente le conseguenze delle sue mosse, quindi, il paziente non deve essere impulsivo, perché altrimenti commetterebbe degli errori. Si rivalutano le risposte corrette, il numero degli errori, e i tempi di reazione e latenza (Lezak, 2000).

Una valutazione globale delle competenze esecutive può essere ottenuta attraverso il Frontal Assessment Battery (FAB). Si tratta di una batteria di facile e rapida somministrazione, costituita da sei prove, verbali e non verbali, che valutano: la capacità di ragionamento logico-astratto (compito delle somiglianze); la flessibilità cognitiva, l'utilizzo di strategie e la capacità di shifting (compito di scioltezza lessicale); l'organizzazione nel tempo, il mantenimento e l'esecuzione di azioni sequenziali (compito di serie motorie); la capacità di mantenere l'attenzione e di resistere alle interferenze, in un compito in cui i comandi verbali sono in conflitto con le informazioni sensoriali (prova delle istruzioni contrastanti); la capacità di inibire le risposte automatiche inappropriate, che evidenziano la tendenza all'impulsività (sia nella prova Go-No-Go, che nel compito sul comportamento di prensione). Il punteggio è dato dalla somma dei punteggi ottenuti per ciascuna prova, corretto in base all'età e alla scolarità (Lezak, 2000; Vallar, Papagno, 2007).

### **3.4 Il Virtual Multiple Errand Test**

La valutazione delle funzioni esecutive in tipiche condizioni cliniche o di laboratorio non è molto soddisfacente, poiché in questi contesti la pianificazione, le abilità di multitasking e di problem solving vengono valutate attraverso strumenti carta e matita. Questi strumenti presentano prove che sono altamente strutturate, con criteri di successo chiaramente specificati e indipendenti da qualsiasi attività della vita quotidiana. Pertanto, questi strumenti non riescono a cogliere le reali difficoltà incontrate dai pazienti nella vita quotidiana e ciò li rende privi di validità ecologica. Tuttavia, la validità ecologica nella valutazione neuropsicologica, in particolar modo delle funzioni esecutive, è importante, perché accresce la probabilità che il paziente replichi le stesse risposte cognitive e comportamentali che metterebbe in atto nelle situazioni di vita reale (Crawford, 1998; Rand et al., 2009).

Oltre ad una dissociazione tra la performance al test neuropsicologico e le competenze nel comportamento quotidiano, molti test usati per la valutazione delle funzioni esecutive, come il WCST, non sono ripetibili a causa dell'effetto di pratica e non possono essere utilizzati per valutare gli effetti della riabilitazione a causa di una bassa affidabilità test-retest (Parson et al., 2008).

Per tale ragione, sono stati sviluppati dei test che valutano le funzioni esecutive in situazioni simili a quelle quotidiane, come il Behavioral Assessment of Dysexecutive Syndrome, il Dysexecutive Questionnaire (BADS and DEX) (Wilson et al., 1996) e il Multiple Errands Test (MET) (Shallice, Burgess, 1991).

Il MET, sviluppato da Shallice e Burgess, è uno strumento di valutazione delle funzioni esecutive nella vita quotidiana, che indaga

anche le capacità di concentrazione, di attenzione divisa e di memoria prospettica. Il test si svolge all'interno di un supermercato vero e proprio ed è composto da tre attività, che devono essere svolte rispettando determinate regole. I compiti variano in termini di complessità e presentano, in alcuni casi, dei problemi “nascosti”, che devono essere valutati e risolti. I compiti hanno una configurazione aperta e non strutturata, infatti, presentano molte possibilità d'azione, ma spetta al singolo partecipante sceglierne una. Il paziente, quindi, dopo la spiegazione dei compiti e delle regole, pianifica liberamente le sequenze di azioni necessarie per completare i compiti (Shallice, Burgess, 1991; Alderman et al., 2003; Burgess et al., 2006).

In questo modo, vengono stimulate numerose funzioni esecutive, come la capacità di pianificare una sequenza di azioni, il problem solving, la flessibilità cognitiva e quella comportamentale.

In tale setting, l'esaminatore segue il partecipante e registra i diversi tipi di errori commessi dal soggetto, riferibili a diverse categorie. Le categorie di errori sono: la non efficienza delle azioni, l'infrangere le regole, l'uso di strategie errate, il completamento del compito e il numero totale degli errori (Raspelli et al., 2009).

Il MET ha dimostrato di avere buone proprietà psicometriche e una buona validità ecologica, essendo una prova multitasking real-life, che richiede l'esecuzione di azioni quotidiane molto comuni. Inoltre, questo strumento permette di valutare delle menomazioni anche di fronte ad un alto livello di funzionamento esecutivo generale, rivelando deficit che possono non essere rilevati dai metodi tradizionali di valutazione (Burgess et al., 2006).

Alderman et al. (2003) hanno anche realizzato una versione semplificata del Multiple Errands Test (MET-SV), che contiene tre principali modifiche. La prima consiste in norme più concrete per

migliorare la chiarezza dei compiti e ridurre le probabilità di errori di interpretazione. La seconda è stata la semplificazione delle richieste del compito. Infine, la terza consisteva in un foglio di istruzioni dato al paziente.

La valutazione delle funzioni esecutive in contesti di vita reale ha il vantaggio di dare una stima più accurata dei deficit del paziente, tuttavia, ciò non è sempre fattibile. Infatti, nel MET, anche nella versione semplificata adattata per essere svolta in un ambiente ospedaliero, il paziente deve andare con il terapeuta in un supermercato, deve essere in grado di camminare e deve possedere la mobilità necessaria per esplorare l'ambiente. Pertanto, così strutturato, il MET non può essere somministrato a pazienti con deficit motori, come nel caso di soggetti post-ictus (Rand et al., 2009). Inoltre, questa procedura potrebbe richiedere molto tempo, sia per il paziente sia per il terapeuta. Infine, le caratteristiche dei negozi reali e la loro struttura sono variabili non gestibili dal terapeuta e, durante l'esecuzione del test, potrebbero verificarsi situazioni imprevedibili e potenzialmente disturbanti (Raspelli et al. 2009).

L'uso di ambienti virtuali, percepiti dall'utente come paragonabili ad oggetti e situazioni reali, permettere di superare i limiti del MET tradizionale, mantenendone i vantaggi. Infatti, gli strumenti di realtà virtuale permettono di valutare e riabilitare i pazienti in un contesto ad alta validità ecologica (Rand et al., 2005; Rand et al., 2009; Raspelli et al., 2009).

Sono stati sviluppati due scenari virtuali del Virtual Multiple Errands Test (V-MET): il IREX V-Mall e il NeuroVR supermarket.

Il IREX V-Mall è la prima versione del V-MET sviluppata da Rand et al. (2005). Il V-Mall è un centro commerciale virtuale, programmato attraverso il GestureTek's IREX video capture virtual



reality system. In questo sistema, l'utente vede se stesso all'interno dell'ambiente virtuale e interagisce con esso attraverso i propri movimenti naturali. Il V-Mall è stato sviluppato per fornire ai pazienti post-ictus la possibilità di impegnarsi in un compito quotidiano complesso (fare degli acquisti), in cui allenare i loro arti superiori deboli e in cui migliorare i deficit esecutivi. Questo test si è rivelato sensibile alle lesioni cerebrali e all'invecchiamento.

La validità ecologica del V-MET è stata dimostrata dall'elevata correlazione tra il MET, svolto all'interno di un centro commerciale reale, e il V-MET, svolto attraverso il V-Mall, eseguiti da pazienti post-ictus e da pazienti anziani sani. Gli errori commessi dai pazienti post-ictus, sia nel MET e sia nel V-MET, sono stati relativi alla pianificazione, alle difficoltà multitasking, all'inconsapevolezza degli errori e alla difficoltà di risolvere i problemi (Rand et al., 2009).

Per quanto riguarda il NeuroVR supermarket, si tratta di una versione del V-MET elaborata dall'Istituto Auxologico di Milano. Il V-MET, realizzato usando il software NeuroVR, consiste in un supermercato virtuale, in cui i soggetti possono selezionare e acquistare vari prodotti presenti sugli scaffali con l'aiuto di un joypad. I pazienti sono invitati ad acquistare alcuni articoli seguendo una lista predefinita e devono ottenere alcune informazioni, rispettando delle norme specifiche.

Alla fine della prova, vengono valutati il tempo di esecuzione, gli errori totali, i fallimenti parziali nei compiti, le inefficienze, le infrazioni delle regole, le strategie e gli errori di interpretazione.

Alcuni studi pionieristici hanno rivelato l'utilità del V-MET per la valutazione delle funzioni esecutive in pazienti con morbo di Parkinson (Albani et al., 2010) e con lesioni cerebrali (Raspelli et al., 2009; Raspelli et al., 2010). Da questi studi è emerso che il V-MET è

in grado di rilevare le difficoltà cognitive di questi pazienti, come i deficit nella pianificazione e nell'utilizzo delle strategie e i deficit nelle abilità di problem solving e di set-shifting.

Inoltre, in un recentissimo studio, condotto da La Paglia et al. (2012), è stata utilizzata la versione NeuroVR supermarket per la valutazione dei deficit esecutivi di pazienti con disturbo ossessivo compulsivo.

## **4 Realtà Virtuale e Assessment**

### **4.1 La Valutazione**

La valutazione neuropsicologica permette la sistematica raccolta di dati sulle prestazioni del paziente, consente di comprenderne il funzionamento cerebrale e di rilevare eventuali disturbi neurologici o psichiatrici (Vallar, Papagno, 2007).

Gli scopi della valutazione neuropsicologica sono (Lezak, 2000):

- realizzare un profilo neuropsicologico: individuare le funzioni cognitive risparmiate o colpite dalla lesione cerebrale, per determinare il profilo neuropsicologico del paziente;
- fornire elementi utili per diagnosticare una determinata patologia e, quindi, per realizzare una diagnosi differenziale;
- guidare la gestione quotidiana del paziente: valutare il suo stato cognitivo, le limitazioni nella vita quotidiana, o dare suggerimenti e consigli pratici per gestire le conseguenze del danno neuropsicologico;
- progettare l'intervento riabilitativo;
- valutare gli esiti di un intervento riabilitativo di tipo neuropsicologico, farmacologico, neurochirurgico;
- reclutare pazienti per protocolli di ricerca;
- fornire consulenze specialistiche in ambito forense.

Possiamo distinguere le fasi della valutazione neuropsicologica in: analisi della richiesta, anamnesi medica remota e prossimale, colloquio con il paziente e con i familiari, somministrazione dei test, stesura della relazione neuropsicologica e colloquio finale (Lezak, 2000).

In particolare, per quanto riguarda la somministrazione dei test, possiamo definire un test come una misura obiettiva e standardizzata

di un campione di risposte che un soggetto darebbe in condizioni normali, secondo criteri quantitativi predefiniti (Vallar, Papagno, 2007).

Le caratteristiche psicometriche di un buon test sono (Lezak, 2000):

- l'oggettività: indipendenza del test dall'esaminatore;
- la standardizzazione: l'omogeneità nelle procedure di somministrazione e di valutazione;
- la fedeltà o attendibilità: uno strumento si definisce attendibile quando produce il medesimo risultato se sottoposto al medesimo paziente nelle medesime condizioni testali;
- la validità: grado in cui il test valuta effettivamente il fattore che intende valutare;
- la sensibilità: si intende la capacità di discriminazione del test.

#### **4.2 Limiti della valutazione “carta e matita”**

La tradizionale valutazione neuropsicologica ha alcuni limiti e svantaggi. Infatti, la metodologia di valutazione classica, basata principalmente sull'uso di test carta e matita, presenta sia problemi di affidabilità che di validità (Rizzo, 2001).

L'affidabilità di questi strumenti è influenzata negativamente dalle diverse procedure di somministrazione, che possono essere condizionate da differenze tra gli esaminatori, dall'ambiente testale (illuminazione, superficie della camera, rumore di sottofondo), dalla qualità degli stimoli presentati al soggetto e da errori inevitabili nello scoring (Rizzo, 2001).

Per quanto riguarda la validità dei metodi tradizionali, alcuni test, per essere completati con successo, richiedono più domini cognitivi e, quindi, non è chiaro quale specifico dominio cognitivo è in corso di

valutazione. Oppure, molti dei test tendono a scomporre i comportamenti complessi in domini cognitivi semplici, con il risultato di non offrire una valutazione unitaria di un'abilità complessa (Rizzo, 2001).

Inoltre, i test tradizionali sono considerati carenti nel campo della validità ecologica, con la quale si indica la corrispondenza tra le condizioni dell'esperimento, o della verifica empirica, e la realtà cui si fa riferimento e alla quale i risultati ottenuti dovrebbero essere estesi (Rizzo, 2001). Questi test vengono somministrati in ambienti controllati, spesso artificiosi e mancanti di validità ecologica, o non direttamente traducibili nel funzionamento quotidiano. Infatti, sebbene i test carta e matita esistenti cerchino di misurare alcune abilità cognitive, non è possibile affermare con certezza che la capacità di eseguire un comportamento artificioso sia riferibile alla capacità di eseguire un comportamento in un ambiente quotidiano (Rizzo, 2001).

### **4.3 La Realtà Virtuale come strumento di assessment**

La tecnologia della realtà virtuale permette di progettare degli ambienti che integrando le tradizionali procedure di valutazione neuropsicologica ne migliorano l'affidabilità e la validità psicometrica (Riva, 1997; Rizzo, 2001).

Innanzitutto, la realtà virtuale permette di creare ambienti dinamici tridimensionali, in cui tutte le risposte e i comportamenti del soggetto vengono registrati e misurati in modo più preciso. Pertanto, il VR migliora l'affidabilità dell'assessment, consentendo una maggiore manipolazione degli stimoli complessi e misurazioni più precise delle risposte dei partecipanti (Rizzo, 2001).

I convenzionali test neuropsicologici carta matita delle funzioni cognitive vengono spesso criticati per mancanza di validità ecologica.

L'uso della realtà virtuale, invece, consente al paziente di interagire con ambienti simili a quelli della vita di tutti i giorni, senza che ciò comporti una perdita di controllo della situazione testale. Inoltre, gli ambienti virtuali possono essere programmati per ovviare alle ridotte capacità sensoriali dei pazienti e consentire loro di muoversi all'interno dell'ambiente. In più, un ambiente di valutazione più funzionale e più ecologico può rilevare alcune difficoltà che potrebbero essere invisibili con le misurazioni tradizionali.

Un altro punto di forza degli ambienti virtuali, ai fini della valutazione, riguarda la capacità di presentare scenari con funzionalità non disponibili nel mondo reale. Questo è il caso degli stimoli “cueing”, forniti ai pazienti per aiutarli nelle strategie compensative, volte a migliorare, giorno per giorno, il comportamento funzionale (Rizzo, 2001).

Un primo passo per l'uso della realtà virtuale nell'assessment neuropsicologico è quello di sviluppare protocolli standardizzati per somministrare test neuropsicologici, già esistenti, in un ambiente VR. La somministrazione di test in ambienti virtuali immersivi consente la standardizzazione di tutti gli elementi, vanificando in tal modo le comuni minacce per l'affidabilità. Le distrazioni, che a volte non possono essere eliminate, attraverso la realtà virtuale possono essere sistematicamente controllate. Inoltre, alcuni distrattori, estremamente realistici, possono essere programmati, somministrati e misurati dall'esaminatore (Riva, 1997; Rizzo, 2001).

Quindi la realtà virtuale può essere considerata come “una forma testale adattiva altamente sofisticata”. (Riva, 1997). Per di più, la realtà virtuale è altamente flessibile e programmabile, permettendo la presentazione di una grande varietà di stimoli, controllati e misurabili, e il controllo dell'ampia varietà di risposte fornite dall'utente.

#### **4.4 “Effetti collaterali” della Realtà Virtuale**

Una preoccupazione persistente per gli utenti della Realtà Virtuale è rappresentata dalla “Malattia da simulazione” definita *cybersickness* (Rizzo, 1997). Alcuni utenti provano, infatti, nausea dopo l'utilizzo della Realtà Virtuale. Una spiegazione ampiamente accettata è fornita dall'incongruenza tra gli input sensoriali: la retroazione vestibolare, ad esempio, può indicare un certo grado di movimento che, però, non è compensato dalla visione. Tuttavia, alcune potenziali fonti di *cybersickness* sono state eliminate con il progresso tecnologico. Questo disturbo non coincide con quello della chinetosi in cui l'utente è spesso fermo, ma ha la sensazione di muoversi attraverso le immagine visive in movimento. I sintomi relativi al *cybersickness* interessano diverse aree: visiva (visione doppia, offuscamento della vista, lacrimazione, irritazione con arrossamento degli occhi), uditiva (tinnito, udito ridotto), vestibolare (vertigini, vomito, sudorazione), nervosa centrale (mal di testa, flashback, disorientamento, instabilità posturale) e muscolo-scheletrica (dolori al polso, mal di schiena) (La Viola, 2000).

Il verificarsi del *cybersickness* varia in base a fattori quali il programma utilizzato, i driver tecnici, la lunghezza temporale dell'esposizione e il rapporto tra attività e movimenti passivi. Inoltre, i sintomi si manifestano più frequentemente a seguito della prima esperienza della persona nell'utilizzo di realtà virtuale (Rizzo, 1997).

La questione degli effetti collaterali è di particolare importanza se si considera l'utilizzo della realtà virtuale con pazienti neurologici, alcuni dei quali possono presentare danni nell'equilibrio e nell'orientamento.

Inoltre, la realtà virtuale è controindicata per pazienti che soffrono di emicrania, cefalea, epilessia e disturbi vestibolari. È stato

anche dimostrato che l'esposizione in ambienti virtuali provochi variazioni del battito cardiaco, aumentando notevolmente la pressione sistolica e diastolica ed il consumo di ossigeno. Ciò suggerisce grande cautela con pazienti ipertesi, o affetti da malattie cardiovascolari e circolatorie. Inoltre, dato che il VR può interferire con i normali processi psicologici, un'attenta osservazione è necessaria quando si usa tale espediente tecnologico con pazienti schizofrenici o con seri disturbi della personalità, poiché la confusione tra reale e virtuale potrebbe accentuare la loro patologia (Riva, 1997).



## **5 IL DISTURBO OSSESSIVO COMPULSIVO**

### **5.1 Quadro clinico**

Il disturbo ossessivo compulsivo (DOC) è un disturbo d'ansia, caratterizzato dalla presenza di ossessioni e compulsioni ricorrenti.

Il DSM-IV TR definisce le ossessioni come idee, pensieri, impulsi o immagini ricorrenti e persistenti, che insorgono improvvisamente nella mente del soggetto e si accompagnano ad ansia ed emozioni negative (Fava et al., 1998).

Possiamo distinguere le ossessioni in base a specifici temi (La Barbera, Varia, 2003):

- ossessioni dubitative o di controllo: si caratterizzano per il dubbio di aver compiuto o meno una determinata azione e, quindi, per la necessità compulsiva di doverne ricontrollare l'esecuzione.
- ossessioni interrogative: riguardano problemi metafisici e di difficile soluzione, o anche di scarsa importanza, che però occupano la mente del paziente arrecandogli disagio.
- ossessioni di danno: sono relative al timore di aver fatto involontariamente qualcosa che può arrecare nocimento a qualcuno.
- ossessioni mnestiche: il soggetto è assillato dal bisogno di ricordare un determinato dato, senza che questo sia necessario o finalizzato. Pertanto, nel timore di dimenticare alcune informazioni (come nomi, numeri di telefono, indirizzi, etc.), può ricorrere alla compilazione di lunghi elenchi.
- ossessioni di contagio o contaminazione: il paziente teme la contaminazione da batteri, sporcizia, secrezioni, malattie, radiazioni, rifiuti, etc. La catena del contagio può essere molto

lunga e complessa, coinvolgendo anche gli oggetti, considerati come intermediatori nel processo di contagio. Inoltre, il paziente ha paura di poter contagiare a sua volta gli altri.

I contenuti ideativi o rappresentativi hanno spesso un'impronta coattiva, in quanto si impongono alla coscienza, e provocano disagio, poiché risultano incontrollabili. L'ossessione viene considerata dal soggetto come un'ideazione parassita ed egodistonica, essendo percepita come indipendente dalla propria volontà, intrusiva e inappropriata. Spesso i contenuti delle ossessioni sono completamente estranei rispetto al sistema di valori e al modo di concepire il rapporto con gli altri, tuttavia, questi pensieri vengono riconosciuti come prodotto della propria mente e non imposti dall'esterno. Dal momento che questi pensieri provocano disagio, ansia e malessere, il paziente cerca in ogni modo di ignorarli, sopprimerli o neutralizzarli, ingaggiando una vera e propria lotta interiore e ricorrendo a una serie di strategie che attenuano momentaneamente la morsa ossessiva (ibid.). Di tali strategie fanno parte le condotte compulsive. Le compulsioni possono essere atti mentali (per es. contare, pregare, ripetere parole, etc.) o comportamentali (per es. controllare, pulire, ordinare, etc.) ripetitivi, finalizzati e intenzionali, che vengono messi in atto seguendo precise regole stereotipate. Inoltre, queste condotte possono essere caratterizzate da rituali elaborati e complessi, che richiedono impegno e tempo, andando così ad interferire con le attività lavorative ed interpersonali. Il loro fine è quello di neutralizzare il disagio ed il malessere, oppure di prevenire un evento o una situazione temuta, ma non forniscono piacere o gratificazione (Fava et al., 2003). Il soggetto si sente spinto verso la messa in atto delle compulsioni pur riconoscendone l'inadeguatezza e

l'irragionevolezza, ciò nonostante, egli non può fare a meno di realizzare l'atto compulsivo se vuole allentare il proprio stato d'ansia (La Barbera, Varia, 2003).

Sia le ossessioni che le compulsioni sono generalmente riconosciute come eccessive ed irragionevoli, tuttavia, il DSM-IV TR identifica una forma clinica di DOC con scarso insight. Numerose osservazioni cliniche hanno evidenziato che in alcuni pazienti la capacità critica sul contenuto delle ossessioni può ridursi fino a scomparire. Infatti, non tutti i pazienti riferiscono l'esperienza di coazione e non tutti riconoscono l'assurdità delle ossessioni e dei rituali compulsivi. Inoltre, l'insight può variare notevolmente in uno stesso paziente nel corso dell'evoluzione della sindrome e può essere compromesso in presenza di una condizione depressiva o ansiosa (Bellino et al., 2000).

Il disturbo ossessivo compulsivo ha un impatto significativo non solo sulla vita di chi ne soffre, ma anche su quella dei familiari. Difatti, questo disturbo induce spesso i pazienti a richiedere l'ausilio di uno o più familiari al fine sia di ottenere rassicurazioni, controlli o verifiche circa le tematiche ossessive, sia facilitazioni, assistenza e sostegno durante la messa in atto delle compulsioni (Albert et al., 2009).

Per quanto riguarda il rischio suicidario, De Berardinis et al. (2008) hanno mostrato che questo rischio è piuttosto frequente nei pazienti con DOC. Sono considerati fattori di rischio la presenza di depressione e l'alessitimia, mentre l'insight non sembra influire in modo diretto.

Elementi analoghi a quelli caratteristici del DOC possono essere presenti in varie condizioni psicopatologiche, occorre, quindi, differenziare i quadri in base ad elementi specifici, in modo da

elaborare una diagnosi differenziale.

Nella schizofrenia, infatti, possono essere presenti pensieri bizzarri di tipo ossessivo e rituali anancastici, ma il paziente non è consapevole, a differenza del DOC, dell'irrazionalità dei propri contenuti ideativi e delle proprie condotte rituali, che non sono egodistoniche. In più, i pazienti DOC non hanno i sintomi positivi della schizofrenia, come allucinazioni e disturbi formali del pensiero, né soffrono di un grave deterioramento del funzionamento sociale. Gli schizofrenici non colgono l'irrazionalità del loro comportamento, a differenza degli ossessivi, e inoltre mettono in atto dei rituali senza uno scopo specifico, ma piuttosto in risposta a delle imposizioni che percepiscono come esterne (Dèttore, 1998).

Per quanto riguarda la depressione, questa può coesistere con il disturbo ossessivo compulsivo. Il paziente depresso può presentare ruminazioni ossessive, così come l'ossessivo può avere una deflessione dell'umore. La diagnosi primaria è relativa al disturbo che si manifesta per primo (La Barbera, Varia, 2003).

Anche il disturbo fobico può presentare sintomi analoghi al DOC. Tuttavia, le continue preoccupazioni disturbanti e ricorrenti, che caratterizzano il DOC, sono assenti nei pazienti con fobie monosintomatiche, che dimostrano scarso disagio quando non sono a contatto con l'oggetto fobico. Rispetto alle fobie, gli stati ossessivi presentano livelli più elevati di ansia generale, umore disforico, auto-dubbi, ambivalenza e danneggiamento sociale. Inoltre, il comportamento ritualistico degli ossessivi è frequentemente necessario nonostante la mancanza di contatto con lo stimolo fobico (Dèttore, 1998).

## **5.2 Fenomenologia**

Secondo Tallis (1995), è possibile individuare nel disturbo ossessivo compulsivo alcuni aspetti e tratti discriminanti che sono: dubbi, scarsa tolleranza dell'incertezza, ipercoscienziosità, e disturbi dell'umore.

Per quanto riguarda i dubbi, questi rappresentano la caratteristica più evidente del disturbo, richiamando l'antica denominazione di "manie du doute". Il dubbio patologico fa supporre che gli ossessivi abbiano perso la capacità di sapere se sanno qualcosa, definita da Rapoport come "difetto nella conoscenza o del senso epistemologico". Anche Rachman ritiene che il ruminatore ossessivo non abbia fiducia nella sua capacità di ricordare gli eventi (Dèttore, 1998).

Un'altra caratteristica centrale del disturbo ossessivo compulsivo è il bisogno di certezza o completezza. La scarsa tolleranza di incertezza è estremamente specifica: il soggetto può tollerare benissimo le incertezze associate alla vita di tutti i giorni, mentre non riesce a sopportare quella relativa al campo della sua ossessione. Il dubbio e la scarsa tolleranza dell'incertezza sono estremamente connessi e comportano l'elaborazione di pensieri tendenti a trovare una modalità per eliminare o neutralizzare il dubbio stesso (Tallis, 1995).

Anche l'ipercoscienziosità e il perfezionismo sono molto frequenti in questi pazienti che hanno elevati standard di comportamento inseriti all'interno di una cornice morale di riferimento. Questa caratteristica è molto pervasiva, a differenza del dubbio, e suggerisce la presenza di un vero e proprio fenomeno di tratto. Inoltre, l'ipercoscienziosità comporta spesso la valutazione negativa di alcune classi di pensieri impulsivi, come quelli di natura sessuale o blasfema. Tali valutazioni negative possono risultare nella frequente esperienza del senso di colpa (Dèttore, 1998).

Infine, sono spesso presenti nel DOC elevati livelli di ansia e disturbi dell'umore. Tuttavia, l'ansia può essere meno comune nelle compulsioni di controllo, che tendono ad essere caratterizzate da uno stato emotivo più diffuso, definito disagio.

Hyman e Pedrick (1999) hanno classificato la fenomenologia dei pazienti DOC in:

- checkers (controllori): i quali mettono in atto dei rituali di controllo per cercare di vincere la paura, eccessiva ed irrazionale, che possa accadere qualcosa di catastrofico a causa delle loro azioni imperfette.
- washers and cleaners (pulitori): sono ossessionati dallo sporco e dai germi.
- orderers (ordinatori): devono compiere le azioni secondo una modalità particolare o perfetta. Inoltre, sono estremamente preoccupati dall'idea che qualcuno possa toccare, disordinare o spostare le loro cose.
- pure obsessionals (ossessivi puri): sperimentano pensieri involontari, intrusivi e terrifici di poter danneggiare gli altri. Per vincere quest'ansia s'impegnano in azioni mentali come contare, pregare, ripetere parole, etc.
- soggetti eccessivamente scrupolosi: sono ossessionati da problemi morali o religiosi. Le loro compulsioni riguardano le preghiere e la ricerca di rassicurazioni circa la loro purezza morale.

### **5.3 Epidemiologia**

La prevalenza del disturbo nella popolazione generale è del 1-2% (La Barbera, Varia, 2003), il disturbo ha di solito un'insorgenza precoce, manifestandosi nel 60-70% dei casi prima dei 25 anni, nel

15% in età inferiore ai 10 anni e nella rimanente 15% dopo i 35 anni (Fava et al., 1998).

Per quanto riguarda l'esordio, di solito, è graduale e raramente si riscontrano eventi precipitanti. Difficilmente il soggetto richiede un consulto non appena appaiono i primi sintomi, in quanto questi non vengono percepiti come serie interferenze alle attività quotidiane.

Si distinguono alcuni esordi atipici come: quello in età infantile, in età avanzata e il DOC durante la gravidanza o il puerperio (Giusti, Chiacchio, 2002).

La distribuzione fra i sessi in età adulta è quasi uguale. Tuttavia, nell'infanzia il disturbo insorgerebbe più precocemente nei soggetti di sesso maschile, con una frequenza tre volte superiore rispetto ai soggetti di sesso femminile (La Barbera, Varia, 2003).

Fra i bambini i sintomi più comuni riguardano il timore dello sporco, dei germi, preoccupazioni in merito ad un evento terribile, ossessioni sulla pulizia, ripetizioni e controlli; mentre negli adulti i sintomi più comuni riguardano il timore di contaminazioni, dubbi, preoccupazioni per il proprio corpo, lavaggi e conteggi (Fava et al., 1998).

Il decorso della malattia può essere di tre tipologie: cronico ad andamento fluttuante; intermittente, con periodi di remissione completa della sintomatologia; episodico, con remissione incompleta della sintomatologia, che permette comunque un normale svolgimento delle attività lavorative e sociali (Giusti, Chiacchio, 2002).

Nei parenti di primo grado dei pazienti affetti da DOC si riscontra una frequenza elevata di tratti ossessivi, oltre il 40% (Fava et al., 1998), e depressione (La Barbera, Varia, 2003).

Si considerano come fattori precipitanti le difficoltà sessuali e matrimoniali, la gravidanza e il parto, la malattia o la morte di

familiari e persone amiche, periodi particolarmente frustranti e l'eccessivo lavoro (Fava et al., 1998).

#### **5.4 Eziologia e patogenesi del disturbo**

Esistono vari modelli che cercano di spiegare l'eziologia del disturbo ossessivo compulsivo.

Secondo l'ipotesi psicoanalitica, il disturbo sarebbe dovuto a: una mancata risoluzione del conflitto edipico; alla repressione degli impulsi libidici ed aggressivi dell'Io da parte di un Super-io rigido e severo; ad un conflitto tra Es e Super-io. Le facoltà volitive dell'Io risultano paralizzate e, per fronteggiare l'ansia, questo spesso ricorre a difese poco adattive. Secondo Freud i meccanismi difensivi principali della nevrosi ossessiva sono lo spostamento, la formazione reattiva, l'annullamento retroattivo e l'isolamento. In particolar modo, l'annullamento retroattivo è coinvolto nella fenomenologia anancastica, in quanto un'azione rituale può eliminare gli effetti di un'azione, un pensiero o un sentimento precedente (La Barbera, Varia, 2003).

Il comportamentismo considera i rituali ossessivi come un caso particolare di comportamento di elusione, che provoca la diminuzione dello stato di ansia e del disagio. Talvolta, nel caso di pensieri e ossessioni che aumentano l'ansia, il soggetto mette in atto dei comportamenti neutralizzanti, riparativi, preventivi o restitutivi, cioè comportamenti di elusione (Dèttore, 1998).

Secondo l'ipotesi cognitiva, il disturbo ossessivo compulsivo presenta delle distorsioni cognitive quali: il pensiero dicotomico, le generalizzazioni, le doverizzazioni e le catastrofizzazioni. Inoltre, l'assunzione di responsabilità e il senso di colpa hanno un ruolo cruciale nell'insorgenza e nel mantenimento del disturbo. Secondo la



teoria cognitiva, nel DOC è presente, più che un senso di responsabilità eccessiva, il timore di colpa per l'irresponsabilità. Lo stile cognitivo che il paziente acquisisce è quello di una continua ricerca di perfezione e di certezza, che a sua volta generano un senso di inadeguatezza e dubbio (Giusti, Chiacchio, 2002).

Dal punto di vista neurologico, le tecniche di brain imaging hanno permesso lo sviluppo di un'ipotesi neurofisiologica, secondo la quale il disturbo ossessivo compulsivo sarebbe dovuto ad alterazioni del funzionamento delle aree frontali. Nello specifico, le strutture coinvolte sono: il giro cingolato, che induce movimenti stereotipati e ripetitivi; la corteccia prefrontale, preposta al mantenimento dell'attenzione e alla programmazione di risposte comportamentali; il giro orbitale, deputato al controllo selettivo degli impulsi, al mantenimento dell'attenzione e all'individuazione dei pericoli (Iannotta, Keller, 2006).

Infine, secondo l'ipotesi neurobiologica, si evidenzia nel DOC una alterazione del sistema serotoninergico. È stata individuata una carenza di serotonina nel cervello di questi pazienti, la quale provocherebbe una ridotta funzionalità di base del nucleo caudato, che si occupa dell'organizzazione dei comportamenti automatici. Ne deriverebbe una scarsa capacità di controllo degli impulsi e dei pensieri ossessivi. Inoltre, l'iperattività della corteccia prefrontale è stata legata anche alla carenza di dopamina (Giusti, Chiacchio, 2002). Castrogiovanni et al. (2003) hanno proposto l'ipotesi di un coinvolgimento del sistema oppioide nel disturbo ossessivo compulsivo. Infatti, il sistema oppioide, oltre a modulare la gratificazione e la soddisfazione, è implicato nell'acquisizione, nell'immagazzinamento e nel recupero delle tracce mnestiche, processi problematici per questi pazienti. Gli ossessivi sembrano non

essere in grado di registrare la ricompensa, che accompagna qualsiasi azione o pensiero compiuti e portati a termine. Nell'ossessivo esisterebbe una dissociazione fra la qualità del ricordo, che è perfettamente integra, e il senso di certezza, che è inesistente. Il sistema oppioide favorisce il senso di certezza e di completezza dei propri pensieri e delle proprie azioni, pertanto è stata ipotizzata una disfunzione oppioide nel DOC. Gli autori ritengono che questa disfunzione non sia imputabile tanto ad un ipo o iper funzionamento del sistema oppioide, quanto, piuttosto, alla sua rigidità.

Per quanto riguarda la patogenesi, Lalla (1998) propone una teoria cognitiva sulla patogenesi del disturbo, secondo la quale è sbagliato considerare che «le ossessioni rappresentino forme di coscienza in cui l'ansia è evocata dall'oggetto che esse intenzionano»<sup>1</sup>. Infatti, secondo l'autore, nel DOC vi è la sofferenza per l'ansia “riflessiva”, ossia l'ansia suscitata dall'idea di dover convivere, per un certo periodo di tempo o per sempre, con la coscienza che si sia verificato l'evento temuto. Per il paziente vivere con tale coscienza significherebbe condurre una vita compromessa da “una presenza aliena”, ossia una vita a sua volta aliena.

L'angoscia del DOC non è dovuta ad eventi esterni, ma è l'angoscia che la coscienza nutre verso se stessa, e ciò è dimostrato da almeno tre evidenze cliniche.

In primo luogo, se il paziente DOC soffrisse realmente per le sue ansie apparenti, allora queste dovrebbero essere sensibili al grado di probabilità che si verificano. L'ansia dovrebbe diminuire o aumentare insieme alla probabilità che l'evento temuto possa accadere. Tuttavia, «se l'angoscia ossessiva intenziona la coscienza di una possibilità,

---

<sup>1</sup> Cit. in LALLA C., (1998), Per una teoria cognitiva sulla patogenesi e la cura del disturbo ossessivo compulsivo.

allora è chiaro che essa permarrà anche allorquando la possibilità stessa sia irrisoria»<sup>2</sup>. Per un paziente con disturbo ossessivo compulsivo, il problema è l'esistenza stessa della possibilità, anche se minima.

In secondo luogo, i pazienti con DOC affermano che, se fosse possibile, cancellerebbero la loro coscienza dell'evento temuto. Ciò dimostra, nuovamente, che il problema è la coscienza e non la paura dell'evento. Infatti, se il problema del paziente fosse l'evento in sé, il DOC non dovrebbe volerlo cancellare, perché la perdita di coscienza gli impedirebbe di ricorrere ad un qualsiasi accorgimento volto ad impedirne l'accadere.

Infine, la letteratura sul disturbo ossessivo compulsivo dimostra che la prevenzione della risposta, cioè il contenimento progressivo delle compulsioni, associato anche alle esposizioni, produce nel 75% dei pazienti un miglioramento che oscilla tra il 30% e il 50% (Lalla, 1998). Quindi, contenendo le compulsioni si placano anche le ossessioni e l'ansia. Infatti, i soggetti DOC ritengono che le loro ossessioni non si realizzino perché hanno messo in atto le compulsioni. Con la prevenzione della risposta, il paziente viene esposto alle proprie ossessioni e, di conseguenza, può verificarne il non attuarsi anche in assenza delle condotte compulsive. In questo modo, i dubbi ossessivi sono destinati a decadere nel tempo (ibid.).

## **5.6 Deficit cognitivi ed esecutivi**

Il disturbo ossessivo compulsivo, precedentemente classificato come nevrosi, è stato reinterpretato come un disturbo psichiatrico con base organica (Penadés et al., 2005).

---

<sup>2</sup> Cit. in LALLA C., (1998), Per una teoria cognitiva sulla patogenesi e la cura del disturbo ossessivo compulsivo.

Esistono numerosi modelli neuro-anatomo-fisiologici che cercano di spiegare l'origine di questo disturbo.

In particolare, sono stati proposti dei modelli relativi al circuito cortico-striatale. Secondo questi modelli, il disturbo ossessivo compulsivo sarebbe riconducibile ad anomalie relative alla corteccia prefrontale, al sistema paralimbico e al circuito cortico-striatale.

Infatti, la corteccia prefrontale si occupa di numerose funzioni cognitive, tra cui l'inibizione della risposta, l'organizzazione, il controllo, la pianificazione e la verifica delle operazioni (Goel, Grafman, 2000). Invece, il sistema paralimbico ha il compito di integrare le rappresentazioni astratte del mondo esterno con gli stati emozionali dell'individuo, così da assegnare un significato appropriato all'informazione processata. Infine, il circuito cortico-striatale si occupa della processazione automatica dell'informazione senza la rappresentazione cosciente (Iannotta, Keller, 2006).

A conferma di questi modelli relativi al circuito cortico-striatale, la tomografia ad emissione di positroni (PET) ha indicato un aumento del metabolismo a livello della corteccia orbitale prefrontale, del nucleo caudato, del cingolo anteriore e della corteccia prefrontale laterale destra (ibid.). Queste anomalie metaboliche tendono però a normalizzarsi dopo il trattamento con gli inibitori della ricaptazione serotoninergica (SRI) o con la terapia comportamentale. Inoltre, l'interruzione chirurgica dei collegamenti cortico-striatali riduce i sintomi ossessivo compulsivi nel paziente (Baxter et al., 1992). Anche i test neuropsicologici confermano che l'area prevalentemente danneggiata nei pazienti DOC è il lobo frontale.

Le indagini neuropsicologiche suggeriscono che i comportamenti perseveranti possono dipendere da deficit attenzionali. Infatti, questi pazienti hanno delle difficoltà nel controllo dell'attenzione e nella

flessibilità comportamentale, attività mediate dal sistema fronto-striatale (Iannotta, Keller, 2006).

Per quanto riguarda le funzioni mnestiche, inizialmente si pensava che i pensieri e i comportamenti ripetitivi fossero dovuti a deficit del funzionamento della memoria. Difatti, questi soggetti non erano in grado di ricordare, per esempio, di essersi già lavati le mani in precedenza. Ciò ha fatto ipotizzare un deficit della “memoria per le azioni”, che spiegherebbe la tendenza al dubbio. Quindi, il disturbo ossessivo compulsivo sarebbe dovuto ad una compromissione del “reality monitoring”, ossia la capacità di distinguere ciò che viene immaginato da ciò che viene realmente percepito, o semplicemente la sicurezza e la fiducia nelle proprie capacità mnestiche (ibid.).

Inoltre, i test neuropsicologici hanno rilevato significativi deficit nella memoria non verbale, che nel DOC viene frequentemente valutata con il test della figura complessa di Rey. Questo test, oltre a valutare le abilità di richiamo immediato e differito, permette anche di ottenere informazioni sulle strategie organizzative impiegate durante la fase di codifica (copia). È stato osservato che i pazienti DOC ottengono generalmente punteggi simili a quelli dei controlli durante la fase di copia; tuttavia, i loro punteggi sono significativamente più bassi sia per il ricordo immediato che per quello differito. Molteplici studi hanno riportato nel DOC una riduzione delle strategie organizzative durante la fase di copia, che si abbina ad una riduzione dei punteggi nel richiamo immediato e differito (Olley et al., 2007).

Deficit nelle strategie di codifica si riscontrano anche nei test di memoria verbale. In questi compiti, l'indagine sulle strategie di codifica ha evidenziato delle differenze nel modo in cui i soggetti DOC acquisiscono le informazioni. Infatti, questi pazienti, pur avendo prestazioni di memoria verbale simili a quelle dei controlli, tendono a

sottoutilizzare le strategie organizzative, come l'elaborazione semantica (ibid.).

A partire da queste osservazioni sulle funzioni mnestiche dei pazienti DOC, si è ipotizzato che i deficit di memoria, in realtà, siano secondari a carenze di tipo organizzativo, implicando, di conseguenza, la disfunzione esecutiva come fattore primario (Penadés et al., 2005). Questa ipotesi si ricollega al modello neuropsicologico del DOC teorizzato da Savage (1998). Tale modello sostiene che il nucleo della disfunzione cerebrale è fronto-striatale e, quindi, il paziente DOC presenterebbe un disturbo primario delle funzioni esecutive e secondario della memoria non verbale. Infine, secondo l'autore, la disfunzione neuropsicologica rappresenterebbe una compromissione di livello intermedio e gli effetti si evidenzerebbero a livello della sintomatologia clinica, che a sua volta creerebbe un feedback a livello cerebrale, dando luogo ad un circolo vizioso.

Per sostenere l'attendibilità di questo modello, Penadés et al. (2005) hanno confrontato il modello diretto (compromissione primaria della memoria) con l'approccio organizzativo (deficit di memoria secondario alla disfunzione esecutiva), attraverso l'uso di diversi test di memoria non verbale ed esecutivi. In questo studio, i pazienti DOC hanno ottenuto risultati peggiori, rispetto ai controlli: nei test di memoria non verbale (RCFT); in tutti i compiti sulle funzioni esecutive, come il controllo delle interferenze (Stroop); nei compiti relativi all'attenzione divisa ed alternata (TMT); nelle strategie organizzative. Di contro i risultati ottenuti nei compiti di memorizzazione dei volti, in cui le strategie organizzative sono minime, sono stati buoni. Dunque, è possibile ipotizzare che i problemi di memoria siano presenti solo quando le strategie organizzative devono mediare il processo di richiamo. In più, sono

state trovate correlazioni significative tra le prestazioni della memoria non verbale e la gravità delle ossessioni. Più è grave la sintomatologia ossessiva, tanto più compromesse sono le strategie organizzative e il richiamo.

Per quanto riguarda le funzioni esecutive, i deficit nelle abilità di set-shifting e d'inibizione della risposta sembrano essere rappresentativi del comportamento perseverante e ripetitivo del DOC. Un test frequentemente usato per valutare queste abilità è il Wisconsin Card Sorting Test. In questo compito i pazienti DOC presentano molti errori di perseverazione, dimostrandosi, quindi, poco flessibili al cambiamento delle regole implicite del test. Per di più, i soggetti con disturbo ossessivo compulsivo sono più lenti dei controlli e individuano un numero maggiore di categorie non valide (Olley et al., 2007).

Inoltre, si ritiene che i pazienti DOC pur ottenendo risultati simili a quelli dei controlli nei compiti di fluenza verbale, pianificazione e decision making, presentino differenze significative nell'esecuzione delle attività.

Per quanto riguarda la fluenza verbale, la maggior parte degli studi suggerisce una scioltezza lessicale intatta, ma una riduzione della fluenza verbale semantica. Questa riduzione può riflettere un ridotto accesso al sistema semantico. Per di più, come tutti test a tempo, i risultati della fluenza verbale possono essere influenzati da fattori come la lentezza, la meticolosità, o le intrusioni di pensieri ossessivi (Iannotta, Keller, 2006).

Per quanto riguarda le abilità di pianificazione, Bohne et al. (2005) hanno condotto uno studio sui pazienti DOC utilizzando la Torre di Londra. Gli autori hanno osservato che i soggetti DOC, pur avendo eseguito bene il compito di pianificazione, hanno impiegato

più tempo, rispetto ai controlli, ad iniziare ed eseguire le performance. Veale et al. (1996), nello specifico, hanno notato un aumento dei tempi di esecuzione solo per i compiti non riusciti e questo indica che i soggetti DOC reagiscono in modo diverso, rispetto ai controlli, al fallimento. I pazienti con disturbo ossessivo compulsivo mostrano una ridotta capacità nel generare soluzioni alternative subito dopo un errore e, quindi, una ridotta flessibilità.

Infine, attraverso i compiti di decision making, è stato osservato che sia i pazienti DOC che i controlli non ansiosi, in situazioni ad alto rischio, presentano un aumento dei tempi e la richiesta di maggiori informazioni prima di prendere una decisione. Tuttavia, anche nelle situazioni a basso rischio, i pazienti DOC presentano un'elevata percezione del rischio, tempi decisionali lunghi e ulteriori richieste d'informazioni (Olley et al., 2007).

Molti studi, dunque, supportano l'evidenza della disfunzione fronto-striatale nel DOC e i risultati sono stati anche discussi in termini di un danneggiamento del Sistema Attenzionale Supervisore (SAS), che ha il compito di esercitare un controllo strategico sui processi cognitivi. Il SAS disloca selettivamente l'attenzione su un processo a spese di un altro, in modo deliberato ed intenzionale. Disfunzioni del SAS possono causare: incapacità di valutare, pianificare e programmare strategie per l'esecuzione di un compito; rigidità concettuale; perseverazioni, conseguenti alla mancata d'inibizione di risposte comportamentali automatiche non congrue con lo stimolo; incapacità di inibire le reazioni emotive inadeguate; deficit nei processi attentivi volontari (Veale et al., 1996).

La facile distraibilità di fronte a stimoli competitivi e, quindi, la scarsa capacità di shifting, l'eccessivo monitoraggio e controllo delle risposte per assicurarsi di non incorrere in errori, i lunghi tempi per



individuare le soluzioni, tipici del disturbo ossessivo compulsivo, sarebbero, pertanto, spiegabili come dovuti a un danneggiamento del SAS (Iannotta, Keller, 2006).

In conclusione, bisogna ricordare che il sistema frontale svolge la funzione di “ filtro dinamico”, la cui alterazione potrebbe spiegare la qualità intrusiva delle ossessioni. I pazienti con disturbo ossessivo compulsivo non riescono ad inibire le informazioni irrilevanti, a causa di un’errata attribuzione di significato a uno stimolo ambientale. Lo stimolo irrilevante giunge alla coscienza e attira le risorse attentive del soggetto, poiché viene erroneamente identificato come importante (Savage, 1998).

## **5.6 Controllo degli impulsi**

Il DSM IV TR definisce l’impulsività come: “Impossibilità di resistere ad un impulso, ad un desiderio impellente, o alla tentazione di compiere un’azione pericolosa per sé o per gli altri. (...) Il soggetto avverte una sensazione crescente di tensione o di eccitazione prima di compiere l’azione, e in seguito prova piacere, gratificazione, o sollievo nel momento in cui commette l’azione stessa. Dopo l’azione possono esservi o meno rimorso, autoriprovazione, o senso di colpa.”<sup>3</sup>

Le compulsioni, invece, sono definite come: “Comportamenti ripetitivi o azioni mentali il cui obiettivo è quello di prevenire o ridurre l’ansia o il disagio, e non quello di fornire piacere o gratificazione. Nella maggior parte dei casi la persona si sente spinta a mettere in atto la compulsione per ridurre il disagio che accompagna un’ossessione o per prevenire qualche evento o situazione temuti. (...) Per definizione le compulsioni sono chiaramente eccessive e non connesse in un modo realistico con ciò che sono designate a neutralizzare o prevenire. (...) Causano disagio marcato, interferendo con il funzionamento lavorativo, con le attività sociali o con le relazioni con gli altri”<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Cit. in AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, (2000), *DSM-IV-TR Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali*.

<sup>4</sup> Ibidem

Hollander et al. (Hollander, 1993; Hollander et al., 1996), però, ritengono che l'impulsività e la compulsività rappresentino gli estremi di un continuum ai cui lati troviamo: da un lato, una ridotta percezione della pericolosità di determinati comportamenti e un'elevata ricerca del pericolo; dall'altro, la tendenza alla sovrastima del pericolo e all'evitamento del rischio. I disturbi compulsivi si caratterizzano fenomenologicamente per l'elevata tendenza all'evitamento del pericolo, con avversione per il rischio ed elevati livelli di ansia anticipatoria. Tra questi disturbi, oltre al DOC, troviamo il disturbo da distorsione corporea, l'anoressia nervosa, il disturbo da depersonalizzazione, l'ipocondria, la sindrome di Gilles de la Tourette. Al contrario, i disturbi impulsivi si caratterizzano per comportamenti volti alla ricerca del rischio, per scarso evitamento del pericolo e scarsa ansia anticipatoria. Tra questi troviamo i disturbi di personalità del cluster B, i disturbi del controllo degli impulsi e le parafilie. Entrambe le classi di disturbi hanno, però, in comune lo stesso nucleo centrale; ossia, l'incapacità di ritardare o inibire la messa in atto di un comportamento ripetitivo. Inoltre, alcuni disordini possono avere sia aspetti impulsivi che compulsivi, trovandosi così a metà dei due estremi (Pallanti et al., 2003).

Una delle caratteristiche principali del DOC, sia sul piano mentale che su quello comportamentale, è il continuo lavoro, che occupa buona parte del tempo del soggetto e che serve per eliminare o neutralizzare dei contenuti mentali ossessivi. Tuttavia, il paziente non riesce a neutralizzare definitivamente le ossessioni e per questo motivo si sente costretto a ripetere le azioni (Maina et al., 2003). «Il soggetto si sente spinto verso atti, gesti, pensieri che riconosce come inadeguati o irragionevoli, ma che non può fare a meno di realizzare,

pena il mantenimento di un forte stato di ansia»<sup>5</sup>.

L'attività ossessivo compulsiva è volontaria e finalistica, ma inconcludente e inefficace, poiché il soggetto sente la necessità irrefrenabile di ripeterla continuamente.

I disturbi del controllo degli impulsi hanno in comune con il DOC la ripetitività della rappresentazione mentale, anche se manca in questi pazienti il tentativo di neutralizzare l'impulso, che li attrae in modo egosintonico, pur spaventandoli per le sue conseguenze sociali. I pazienti con disturbo del controllo degli impulsi trovano una spinta irresistibile a compiere una determinata azione, accumulando tensione crescente che si dissolve solo col compimento dell'azione. L'azione permette di scaricare l'impulso, spegne la tensione e procura piacere. Nel DOC, invece, l'ossessione è vissuta come egodistonica e si ha soltanto un temporaneo sollievo dovuto al compimento di attività mentali o gestuali, che servono ad allontanare l'impulso per un po' di tempo ma senza gratificazione (Maina et al., 2003).

In letteratura esistono degli studi sulla comorbidità tra il DOC e i disturbi del controllo degli impulsi.

Per esempio, è stata rilevata una relazione fra il DOC e la tricotillomania. I pazienti affetti da tricotillomania descrivono spesso l'azione di tirare i capelli come compulsiva. Inoltre, è stata rilevato un aumento del disturbo ossessivo compulsivo nei probanti affetti da tricotillomania e nei parenti di primo grado rispetto alla popolazione generale (Lenane et al., 1992; Schlosser et al., 1994).

Un altro esempio è rappresentato dallo studio di McElroy et al. (1991). Su un campione di 20 soggetti con cleptomania, 9 pazienti avevano una storia di DOC, mentre altri 6 mostravano comportamenti

---

<sup>5</sup> Cit. in LA BARBERA D., VARIA S., (2003), *Percorsi clinici della psichiatria*.

compulsivi in aggiunta ai furti; pertanto, i sintomi ossessivo compulsivi erano presenti nel 75% dei pazienti.

Presta et al. (2002), inoltre, in uno studio retrospettivo condotto su 20 pazienti cleptomani, hanno rilevato una prevalenza lifetime di DOC del 60% superiore a quella rilevata per qualsiasi altro disturbo di asse I.

## **6 PROGETTO DI RICERCA:**

### **Valutazione delle funzioni esecutive in ambienti di Realtà Virtuale (RV): uno studio sui pazienti con Disturbo Ossessivo Compulsivo**

#### **6.1 Introduzione**

Sebbene la realtà virtuale venga da tempo utilizzata nel trattamento di numerosi disturbi mentali, la sua applicazione nell'ambito del disturbo ossessivo compulsivo è ancora limitata. Recenti ricerche (La Paglia et al., 2012) hanno dimostrato che gli ambienti virtuali, in particolar modo il V-MET, risultano particolarmente sensibili nel rilevare i deficit esecutivi, comuni nei pazienti DOC.

#### **6.2 Obiettivo**

Lo scopo di questo progetto di ricerca consiste nell'indagare e valutare le alterazioni delle funzioni esecutive nei pazienti con disturbo ossessivo compulsivo, attraverso l'utilizzo della versione virtuale del Multiple Errands Test.

Tale obiettivo è stato perseguito grazie all'utilizzo di tecnologie avanzate, che forniscono un ambiente ecologicamente valido e controllato, in cui il paziente è stato coinvolto in un compito di pianificazione complessa.

#### **6.3 Metodologia**

##### **6.3.1 Soggetti**

Lo studio è stato condotto su un campione di 55 soggetti, di età compresa tra i 20 e i 60 anni, suddivisi in due gruppi (tab. 1):

- un gruppo sperimentale composto da 27 pazienti (M= 14,

F=13, età media 32.56, sdt. dev.=9,308), con diagnosi di disturbo ossessivo compulsivo secondo i criteri diagnostici previsti dal DSM IV TR, afferenti all'unità di psichiatria dell'Azienda Ospedaliera Universitaria "P. Giaccone" di Palermo;

- un gruppo di controllo composto da 28 soggetti sani (M=16, F=12, età media 34.54, sdt. dev.= 11,034).

**Tabella 1:** Caratteristiche dei soggetti

	Gruppo sperimentale	Gruppo di controllo
	<i>n</i> =27	<i>n</i> =28
Età (Mean ± SD)	32,56 ± 9,308	34,54 ± 11,034
(range)	20 ± 53	20 ± 57
Genere (M/ F)	14/13	16/12

La selezione dei campioni è avvenuta attraverso la somministrazione di test neuropsicologici: MMSE, Token Test, Street's Completion Test, Questionario S.T.A.I. (Y-1; Y-2), Beck Depression Inventory.

Sono stati esclusi pazienti con:

- grave compromissione cognitiva (MMSE < 19);
- grave insufficienza motoria, che non consente di svolgere i compiti;
- difficoltà nella comprensione del linguaggio uditivo (punteggio alla prova Token Test < 26,5);
- menomazione nel riconoscimento di oggetti (punteggio al Street Test < 2,25);
- eccessiva ansia di stato e di tratto (punteggio S.T.A.I. > 40)
- eccessivo stato di depressione (punteggio al Beck Depression

Inventory > 16).

Per quanto riguarda il gruppo di controllo, i criteri di esclusione sono stati:

- deficit cognitivo valutato attraverso il MMSE (cut off 24);
- disabilità motoria, che non consente di svolgere i compiti all'interno dell'ambiente virtuale;
- deficit sensoriali.

Inoltre, sia il gruppo sperimentale che quello di controllo sono stati sottoposti alla somministrazione di ulteriori test carta e matita, finalizzati alla valutazione delle funzioni esecutive.

La valutazione è stata svolta in più sessioni, durante le quali è stata somministrata la batteria neuropsicologica e successivamente il V-MET.

### **6.3.2 Strumenti**

Gli strumenti utilizzati sono stati:

- Test neuropsicologici.
- Dispositivo di visualizzazione (head mounted display), in grado di visualizzare gli ambienti virtuali in 3D e di isolare l'utente dall'ambiente esterno.
- Tracker che rileva i movimenti dell'utente e li trasmette al computer, in modo tale che questo possa modificare l'immagine tridimensionale in base al punto di vista dell'utente.
- Software NeuroVR 2.0.
- Computer e Joypad.

NeuroVR 2.0 è un software open source gratuito, che permette la creazione e l'utilizzo di ambienti virtuali. Tale programma nasce con

l'obiettivo di superare alcuni problemi nell'applicazione della realtà virtuale alla psicologia; in particolare, la scarsa usabilità, la mancanza di esperienza tecnica dei clinici e gli elevati costi (Riva et al, 2009). NeuroVR è costituito da un editor e un player, facilmente utilizzabili anche da chi non ha particolari competenze tecniche. Il software comprende 14 diverse scene virtuali, che coprono alcune delle applicazioni cliniche più studiate nella virtual reality, come fobie specifiche, riabilitazione cognitiva, disturbi di panico e disturbi alimentari.

Per quanto riguarda l'editor, gli stimoli per ogni scenario possono essere scelti da un ricco database di oggetti in 2D e 3D, e possono essere facilmente posizionati negli scenari virtuali pre-configurati, attraverso l'utilizzo di un'interfaccia basata su icone. Oltre agli oggetti statici, l'editor NeuroVR permette anche di inserire dei video, le cui scene possono essere montate in tempo reale e sono osservabili da più punti di vista (Riva, 2009).

Attualmente la "NeuroVR library" include diversi scenari virtuali pre-progettati, che rappresentano tipiche situazioni della vita reale (per esempio un supermercato, un appartamento, un parco, ecc.). Inoltre, è possibile aggiungere nuovi oggetti al database, per personalizzare le scene e per aumentare la sensazione di familiarità e di intimità con la scena virtuale. Possono, infatti, essere usate foto di oggetti e persone che fanno parte della vita quotidiana del paziente, migliorando così l'efficacia dell'esposizione.

La seconda componente di NeuroVR è il player, che permette all'utente di navigare e interagire con gli ambienti virtuali creati precedentemente con l'editor. Per migliorare il realismo della scena simulata, il player consente di intervenire su differenti parametri, come: la rilevazione delle collisioni per il controllo dei movimenti;



tecniche avanzate di illuminazione per migliorare la qualità dell'immagine; l'utilizzo di filmati.

Infine, con questo software è possibile utilizzare sia la modalità immersiva, sia quella non immersiva. La modalità immersiva permette di visualizzare la scena utilizzando un head-mounted display; inoltre, è predisposta la compatibilità con sensori head-tracking. Nella modalità non immersiva, l'ambiente virtuale può essere visualizzato utilizzando un monitor desktop o un proiettore a muro. L'utente può interagire con l'ambiente virtuale utilizzando i comandi della tastiera, un mouse o un joypad (Riva, 2009).

Le caratteristiche chiave che rendono NeuroVR adatto per l'applicazione clinica sono l'elevato livello di controllo dell'interazione con lo strumento e la ricca esperienza fornita al paziente. Queste caratteristiche trasformano NeuroVR in un ambiente di empowerment; uno speciale ambiente protetto, dove i pazienti possono iniziare ad esplorare e agire senza sentirsi minacciati. Con tale garanzia, si può liberamente esplorare, sperimentare, sentire, vivere, e provare sentimenti o pensieri senza avere paura (Riva et al., 2009).

### **6.3.3 Test per la selezione del campione**

I test utilizzati sono stati:

- Mini Mental State Examination, per la valutazione dei disturbi dell'efficienza intellettiva e della presenza di deterioramento cognitivo;
- Token Test (test dei gettoni), che valuta la comprensione orale;
- Street's Completion Test, per valutare la capacità di astrazione;

- Questionario S.T.A.I. (Y1), per rilevare l'ansia di tratto;
- Questionario S.T.A.I. (Y2), per l'ansia di stato;
- Back Depression Inventory (BDI), per la valutazione della depressione.

#### **6.3.4 Test per la valutazione neuropsicologica dei pazienti**

I test somministrati sono:

- Frontal Assessment Battery, per valutare le funzioni esecutive (FAB);
- Trial Making Test, per valutare la capacità di concettualizzazione e pianificazione spaziale in un compito visuo-motorio (TMT);
- Fluenza Fonemica, per indagare la flessibilità, l'abilità del soggetto nel formare una strategia in risposta al compito, per valutare l'ampiezza del magazzino lessicale, la capacità di accesso al lessico e l'organizzazione lessicale;
- Torre di Londra, per valutare la capacità di pianificazione e di problem solving (ToL);
- Batteria di Memoria, composta da Span di Cifre, Coppie di Parole, Span Spaziale di Corsi, Breve Racconto.

#### **6.3.5 Procedure**

Dopo la valutazione neuropsicologica dei soggetti, avvenuta attraverso test carta e matita, ha avuto inizio il protocollo di ricerca, che si è articolato in due fasi: fase di training e fase sperimentale.

Durante la prima fase, l'utente ha esplorato un ambiente virtuale neutro, per familiarizzare con la strumentazione e la navigazione VR.

Nella seconda fase, il soggetto ha eseguito i compiti previsti dal V-MET.

La versione virtuale del MET si compone di un supermercato virtuale, dove i soggetti devono eseguire dei compiti rispettando delle regole ben precise.

Nello specifico, il protocollo di ricerca prevede che l'utente acquisti:

- una barretta di cioccolato



- un rotolo di carta igienica



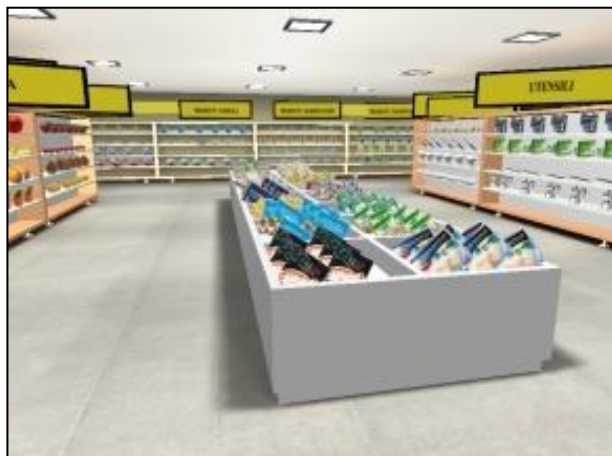
- una spugna



- un prodotto in saldo dal reparto “condimenti”



- due prodotti dal reparto surgelati



- andare al reparto bevande e chiedere cosa comprare.



Nell'eseguire i compiti i soggetti devono rispettare le seguenti regole:

- *fare tutti i compiti proposti, anche in qualsiasi ordine;*
- *non andare in nessun reparto, a meno che non sia necessario per eseguire una parte del compito;*
- *non andare nello stesso corridoio più di una volta;*
- *impiegare il minor tempo possibile per eseguire il compito, ma senza affrettarsi;*
- *non comprare più di due articoli per categoria di prodotti;*
- *non parlare con la persona che osserva, a meno che questo non faccia parte dell'esercizio;*
- *controllare il carrello della spesa, dopo 5 minuti dall'inizio del compito, e scrivere la lista dei prodotti presenti.*

Dopo la spiegazione dei compiti e delle regole, l'utente deve pianificare e scegliere la sequenza d'azione, in questo modo vengono stimulate diverse funzioni esecutive come la capacità di pianificare una sequenza di azioni, il problem solving e la flessibilità comportamentale.

In tale setting l'esaminatore segue il partecipante e registra il tempo totale d'esecuzione della performance, gli errori totali, gli errori parziali, le inefficienze, la violazione delle regole, le strategie, gli errori d'interpretazione, l'attenzione divisa tra le componenti del compito e le componenti degli altri compiti del V-MET (per es., guardare i prodotti acquistati e scriverli), l'autocorrezione, l'attenzione sostenuta per tutta la sequenza del compito (non distratta da altri stimoli).

Per quanto riguarda gli errori parziali, vengono registrati gli errori commessi nei seguenti sette compiti o subtest:

1. *controllare il carrello della spesa, dopo 5 minuti dall'inizio del compito, e scrivere la lista dei prodotti presenti;*
2. *comprare una barretta di cioccolato;*
3. *comprare della carta igienica;*
4. *comprare una spugna;*
5. *andare al reparto bevande e chiedere cosa comprare;*
6. *comprare un prodotto in saldo;*
7. *comprare due prodotti dal reparto surgelati.*

Le specifiche voci contemplate per individuare gli errori parziali commessi per ogni singolo subtest sono descritte nella seguente griglia di osservazione (tab. 2):

Compito:...		
Yes	No	Comportamenti osservati durante l'esecuzione del compito
1	2	Oggetto cercato nell'area corretta
1	2	Attenzione mantenuta per tutta la sequenza del compito (non distratta da altri stimoli)
1	2	Sequenza del compito mantenuta
1	2	Attenzione divisa tra le componenti del compito e le componenti degli altri compiti del MET
1	2	Organizzazione del materiale in modo appropriato durante il compito (per es. fogli vari, penna, orologio, mappa)
1	2	Autocorrezione rispetto agli errori compiuti durante il compito
1	2	Assenza di perseverazione
1	2	Non perdere di vista la consegna fino alla fine del compito (compito mantenuto)

**Tabella 2:** variabili per la rilevazione degli errori parziali

Il range del punteggio va da 8 (nessuno errore) a 16 (molti errori).

Per quanto riguarda le inefficienze le specifiche voci sono (tab. 3):

Sempre	Più di una volta	Una volta	Mai	Fare interruzioni non necessarie
1	2	3	4	Ricontrollare continuamente i prodotti nel carrello e/o la lista dei compiti
1	2	3	4	Non utilizzare la mappa
1	2	3	4	Acquistare separatamente prodotti situati nello stesso posto
1	2	3	4	Lasciare perdere
1	2	3	4	Non organizzare i materiali (per es. fogli vari, penna, orologio, mappa)
1	2	3	4	Non raggruppare i compiti
1	2	3	4	Impiegare notevoli quantità di tempo per selezionare un oggetto
1	2	3	4	Non leggere le istruzioni

**Tabella 3:** variabili per la rilevazione delle inefficienze

Il range del punteggio va da 8 (grandi inefficienze) a 32 (nessuna inefficienza).

Per l'individuazione delle strategie impiegate le voci sono (tab. 4):

Sempre	Più di una volta	Una volta	Mai	
1	2	3	4	Raggruppare i compiti quando possibili
1	2	3	4	Aiutarsi con i cartelli
1	2	3	4	Utilizzare la mappa
1	2	3	4	Collocare se stesso dentro la mappa
1	2	3	4	Mettere il segno sui compiti completati
1	2	3	4	Segnare sulla mappa il tragitto da fare
1	2	3	4	Utilizzare punti di riferimento per orientarsi
1	2	3	4	Controllare le istruzioni
1	2	3	4	Pianificare prima di incominciare un compito
1	2	3	4	Fare domande prima di incominciare un compito
1	2	3	4	Chiedere aiuto/assistenza
1	2	3	4	Prendere appunti
1	2	3	4	Parlare tra se e se

**Tabella 4:** variabili per la rilevazione delle strategie impiegate

Il range del punteggio va da 13 (buone strategie) a 52 (nessuna strategia).

Per l'individuazione della violazione delle regole le specifiche voci sono (tab. 5):

Sempre	Più di una volta	Una volta	Mai	Fare tutti i compiti proposti
1	2	3	4	Fare i compiti proposti in qualsiasi ordine
1	2	3	4	Andare negli scomparti senza dover completare una parte del compito
1	2	3	4	Andare nello stesso corridoio più di una volta
1	2	3	4	Comprare più di un articolo per reparto
1	2	3	4	Impiegare una quantità di tempo eccessivo
1	2	3	4	Affrettarsi eccessivamente
1	2	3	4	Parlare con la persona che osserva

**Tabella 5:** variabili per la rilevazione della violazione delle regole

Il range del punteggio va da 7 (grande violazione) a 28 (nessuna violazione).

Infine, per l'individuazione degli errori di interpretazione, definiti come un'incomprensione delle istruzioni, le voci sono (tab. 6):

Yes	No	Errori di interpretazione
1	2	Pensare che il compito di controllare il carrello della spesa dopo 5 minuti coincide con la fine dell'esercizio
1	2	Non considerare che andare più di una volta nello stesso corridoio sia una violazione di regola
1	2	Pensare che tutti i compiti dovevano essere fatti nell'ordine presentato nella lista dei compiti

**Tabella 6:** variabili per la rilevazione degli errori di interpretazione

Il range del punteggio va da 3 (molti errori di interpretazione) a 6 (nessun errore di interpretazione).



## 6.4 Risultati

Al baseline i due gruppi sono simili per età media, genere e livello di istruzione.

L'analisi della varianza (AnOVAs) è stata usata per confrontare la performance dei pazienti e dei controlli ai test neuropsicologici (carta e matita). I risultati mostrano livelli cognitivi intatti in entrambi i gruppi. Tuttavia, rispetto ai controlli i pazienti mostrano una prestazione significativamente inferiore ad eccezione dei test di memoria "Coppie di Parole" e "Breve racconto" (tab. 7).

**Tabella 7:** risultati della valutazione neuropsicologica (test carta e matita)

	<b>G. Sperimentale</b>	<b>G. di Controllo</b>	
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	<i>ANOVA univariata</i>
MMSE	26,50 $\pm$ 2,76	28,17 $\pm$ 0,50	$F= 9,976, p= .003$
FAB	15,14 $\pm$ 1,29	16,35 $\pm$ 0,81	$F= 12,632, p= .001$
TMT A	61,92 $\pm$ 22,20	43,07 $\pm$ 14,96	$F= 9,927, p= .003$
TMT B	182,18 $\pm$ 103,13	113,05 $\pm$ 46,50	$F= 7,084, p= .011$
TMT B-A	121,70 $\pm$ 93,47	71,43 $\pm$ 52,44	$F= 4,284, p= .045$
Fluenze Fonemiche.	27,44 $\pm$ 9,48	36,83 $\pm$ 9,09	$F= 10,931, p= .002$
Fluenze Semantiche.	33,70 $\pm$ 8,61	45,17 $\pm$ 9,49	$F= 17,626, p= .000$
ToL	22,63 $\pm$ 5,47	29,39 $\pm$ 2,76	$F= 23,352, p= .000$
Span Cifre	5,19 $\pm$ 1,063	5,83 $\pm$ 0,68	$F= 5,121, p= .029$
Coppie di parole	10,81 $\pm$ 4,18	13,30 $\pm$ 4,60	$F= 3,524, p= .067$
Breve Racconto	12,98 $\pm$ 4,96	14,07 $\pm$ 4,41	$F= 0,566, p= .456$
Apprendimento. Corsi	16,44 $\pm$ 7,89	24,16 $\pm$ 4,10	$F= 14,502, p= .000$

Per quanto riguarda la performance all'interno dell'ambiente virtuale è stata usata la statistica descrittiva per sintetizzare i risultati del V-MET (tab. 8) e l'analisi della varianza (AnOVAs) per valutare la differenze tra pazienti e controlli.

**Tabella 8:** risultati al V-MET

		N	Media	Deviazione std.	Errore std.
<b>Errori totali</b>	Paziente	27	17,30	2,933	,564
	Controllo	28	14,25	2,382	,450
<b>Errore parziale 1</b> <i>“ Andare al carrello della spesa dopo 5 minuti ”</i>	Paziente	27	13,48	2,680	,516
	Controllo	28	12,21	3,035	,574
<b>Errore parziale 2</b> <i>“Comprare barretta di cioccolato”</i>	Paziente	27	9,26	1,831	,352
	Controllo	28	8,93	1,698	,321
<b>Errore parziale 3</b> <i>“Comprare carta igienica”</i>	Paziente	27	9,22	1,396	,269
	Controllo	28	8,36	1,026	,194
<b>Errore parziale 4</b> <i>“Comprare una spugna”</i>	Paziente	27	9,26	1,534	,295
	Controllo	28	8,64	1,254	,237
<b>Errore parziale 5</b> <i>“Comprare un prodotto in saldo”</i>	Paziente	27	9,74	1,992	,383
	Controllo	28	9,14	2,031	,384
<b>Errore parziale 6</b> <i>“Comprare due prodotti dal reparto surgelati”</i>	Paziente	27	9,52	1,695	,326
	Controllo	28	8,29	,713	,135
<b>Errore parziale 7</b> <i>“Andare nel rep. Bevande e chiedere cosa comprare”</i>	Paziente	27	10,41	1,927	,371
	Controllo	28	8,82	1,467	,277
Inefficienze	Paziente	27	22,48	4,855	,934
	Controllo	28	25,64	4,548	,859
Violazione regole	Paziente	27	21,19	3,783	,728
	Controllo	28	22,93	3,355	,634
Strategie	Paziente	27	36,22	7,138	1,374
	Controllo	28	33,93	5,361	1,013
Errori di interpretazione.	Paziente	27	5,19	,962	,185
	Controllo	28	5,68	,476	,090
Tempo	Paziente	27	10,848	5,3821	1,0358
	Controllo	28	8,068	4,3753	,8268
Attenzione Sostenuta	Paziente	27	8,1852	1,21012	,23289
	Controllo	28	7,9643	,88117	,16652
Sequenza Mantenuta	Paziente	27	8,0741	1,23805	,23826
	Controllo	28	7,7500	,75154	,14203

Compito	Paziente	27	8,1111	1,21950	,23469
Mantenuto	Controllo	28	7,6071	,68526	,12950
Attenzione	Paziente	27	10,4444	2,59190	,49881
Divisa	Controllo	28	8,4286	1,66508	,31467
Organizzazione del	Paziente	27	10,4815	3,13013	,60239
Materiale	Controllo	28	8,5357	2,04545	,38655
Autocorrezione	Paziente	27	9,1111	1,71718	,33047
	Controllo	28	7,8571	,84828	,16031
Assenza di	Paziente	27	8,5556	1,57708	,30351
Perseverazione	Controllo	28	7,7500	,96705	,18276

Dal confronto dei gruppi emerge che il tempo di esecuzione è più alto nei pazienti con DOC rispetto ai controlli ( $F=4,432$ ,  $p=0,040$ ), questo suggerisce che i pazienti con DOC tendono ad indugiare maggiormente nelle attività di pianificazione complessa. Dal confronto degli errori effettuati dai pazienti e dai controlli, emergono differenze significative negli errori totali ( $F=17,938$ ,  $p=0,000$ ), nel subtest 6 (comprare due prodotti dal reparto surgelati, compito in contrasto con gli altri che richiedono di comprare un solo articolo) ( $F=12,517$ ,  $p=0,001$ ) e nel subtest 7 che richiede di eseguire due azioni in contemporanea (andare al reparto bevande e chiedere cosa comprare) ( $F=11,851$ ,  $p=0,001$ ). In base ai punteggi medi per le inefficienze ( $F=6,217$ ,  $p=0,016$ ) e per gli errori di interpretazione ( $F=5,87$ ,  $p=0,019$ ), i pazienti con DOC mostrano un comportamento più inefficiente e frequenti errori di interpretazione. I valori dell'attenzione divisa ( $F=11,86$ ,  $p=0,001$ ), dell'organizzazione del materiale ( $F=7,501$ ,  $p=0,008$ ), dell'autocorrezione ( $F=11,921$ ,  $p=0,001$ ) e della non perseverazione ( $F=5,258$ ,  $p=0,026$ ) sembrano essere più bassi nei controlli (più il punteggio registrato è basso, migliore è la performance nei compiti). In base a questi risultati si ritiene che i pazienti DOC tendono a lavorare con più diligenza e osservanza delle regole rispetto ai controlli, mostrando tuttavia

difficoltà nella flessibilità mentale, nell'organizzazione del materiale, nella flessibilità mentale e nei compiti che richiedono l'utilizzo dell'attenzione divisa.

Inoltre, sono state analizzate le correlazioni tra i test neuropsicologici e le variabili del test virtuale nei pazienti affetti da DOC, attraverso il coefficiente di correlazione di Pearson (tab. 9).

Dai risultati emerge che:

- Il FAB correla con le variabili delle inefficienze (Sig.=0.003), delle violazioni delle regole (Sig.=0.018), dell'attenzione divisa (Sig.=0.036), dell'autocorrezione (Sig.=0.006), della non perseverazione (Sig.=0.038), con gli errori totali (Sig.=0.037), e con gli errori parziali al subtest 7 (andare al reparto bevande analcoliche e chiedere cosa comprare) (Sig.=0.000).
- il ToL correla con le inefficienze (Sig.=0.015), con gli errori d'interpretazione (Sig.=0.038), con l'attenzione divisa (Sig.=0.005) e con gli errori parziali al subtest 3 (Sig.=0.031);
- lo Span di Corsi correla con gli errori parziali al subtest 1 che include un elemento di rottura rispetto all'esecuzione standard (Sig.=0.034), con gli errori parziali al subtest 2 (Sig.=0.015), al subtest 3 (Sig.=0.018), al subtest 4 (Sig.=0.001), al subtest 5 (Sig.=0.019), con il tempo (Sig.=0.015), l'attenzione divisa (Sig.=0.040), l'organizzazione del materiale (Sig.=0.006) e con la non perseverazione (Sig.=0.010);
- il Breve Racconto correla con gli errori totali (Sig.=0.036), gli errori parziali al subtest 7 (Sig.=0.016), le inefficienze (Sig.=0.001) e l'attenzione divisa (Sig.=0.039);
- l'Apprendimento Supra-Span Spaziale di Corsi correla con le

inefficienze (Sig.=0.008), gli errori di interpretazione (Sig.=0.003) e l'attenzione divisa (Sig.=0.012).

**Tabella 9:** Pearson Correlation tra i test carta e matita e il V-MET

		Fab	ToL	Span Corsi	Racconto	Appr. corsi
<b>Errori totali</b>	Pearson Correlation	-.403*	-.060	-.148	-.405*	-.360
	Sig. (2-tailed)	,037	,766	,462	,036	,065
	N	27	27	27	27	27
<b>Errori al subtest 1</b> “Andare al carrello della spesa dopo 5 minuti”	Pearson Correlation	-.154	-.008	-.410*	-.177	,035
	Sig. (2-tailed)	,442	,967	,034	,377	,861
	N	27	27	27	27	27
<b>Errori al subtest 2</b> “Comprare barretta di cioccolato”	Pearson Correlation	-.426*	-.259	-.463*	-.234	-.260
	Sig. (2-tailed)	,027	,192	,015	,239	,190
	N	27	27	27	27	27
<b>Errori al subtest 3</b> “Comprare carta igienica”	Pearson Correlation	-.265	-.417*	-.451*	-.163	-.361
	Sig. (2-tailed)	,182	,031	,018	,416	,064
	N	27	27	27	27	27
<b>Errori al subtest 4</b> “Comprare una spugna”	Pearson Correlation	-.355	-.277	-.616**	-.164	-.286
	Sig. (2-tailed)	,070	,162	,001	,415	,148
	N	27	27	27	27	27
<b>Errori al subtest 5</b> “Comprare un prodotto in saldo”	Pearson Correlation	-.298	-.016	-.447*	-.230	-.224
	Sig. (2-tailed)	,132	,936	,019	,248	,262
	N	27	27	27	27	27
<b>Errori al subtest 7</b> “Andare al rep. Bevande e chiedere cosa comprare”	Pearson Correlation	-.728**	-.328	-.268	-.458*	-.376
	Sig. (2-tailed)	,000	,095	,176	,016	,054
	N	27	27	27	27	27
<b>Inefficienze</b>	Pearson Correlation	,542**	,465*	,369	,582**	,497**
	Sig. (2-tailed)	,003	,015	,058	,001	,008
	N	27	27	27	27	27
<b>Violazione delle regole</b>	Pearson Correlation	,453*	,288	,390*	,178	,368
	Sig. (2-tailed)	,018	,146	,045	,373	,059
	N	27	27	27	27	27
<b>Errori di interpretazione</b>	Pearson Correlation	,143	,401*	,230	,323	,554**
	Sig. (2-tailed)	,478	,038	,248	,100	,003
	N	27	27	27	27	27
<b>Tempo</b>	Pearson Correlation	-.278	,048	-.465*	-.374	-.083
	Sig. (2-tailed)	,161	,811	,015	,054	,679
	N	27	27	27	27	27
<b>Attenzione Divisa</b>	Pearson Correlation	-.406*	-.528**	-.397*	-.400*	-.478*
	Sig. (2-tailed)	,036	,005	,040	,039	,012
	N	27	27	27	27	27
<b>Organizzazione del Materiale</b>	Pearson Correlation	-.200	-.297	-.515**	-.123	-.336
	Sig. (2-tailed)	,316	,133	,006	,540	,087
	N	27	27	27	27	27
<b>Autocorrezione</b>	Pearson Correlation	-.515**	-.102	-.360	-.332	-.371
	Sig. (2-tailed)	,006	,613	,065	,091	,057
	N	27	27	27	27	27
<b>Assenza di Perseverazione</b>	Pearson Correlation	-.402*	,123	-.489**	-.203	-.109
	Sig. (2-tailed)	,038	,542	,010	,311	,589
	N	27	27	27	27	27

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

## 6.5 Conclusioni

I risultati emersi supportano, viste le correlazioni registrate, la validità e la flessibilità dell'utilizzo del V-MET come strumento valutativo delle funzioni esecutive.

Le performance esaminate, in particolar modo il tempo, l'accuratezza e gli errori nell'esecuzione dei compiti ed il numero delle inefficienze sembrano essere validi criteri per evidenziare le differenze delle capacità cognitive nei pazienti con disturbo ossessivo compulsivo.

Da un'analisi più approfondita emerge che il test FAB che valuta le funzioni esecutive e la flessibilità mentale, correla con l'assenza di perseverazioni, l'autocorrezione e con la flessibilità comportamentale. Di conseguenza, dai nostri risultati emerge che i pazienti che registrano un alto punteggio al test FAB sono anche in grado di riconoscere i propri errori e di autocorreggersi, modificando il proprio comportamento e le proprie strategie in funzione dell'obiettivo da raggiungere.

Inoltre, i soggetti che possiedono buone capacità di pianificazione, così come rilevato dal test della Torre di Londra, all'interno dell'ambiente virtuale mettono in atto un comportamento più strategico (per es. utilizzano la mappa del supermercato, controllano le istruzioni, utilizzano i punti di riferimento per orientarsi, ecc.), registrando di conseguenza minori inefficienze.

Infine, per quanto riguarda la memoria, i pazienti che registrano migliori risultati ai test Span di Corsi, Breve Racconto e Apprendimento Supra-Span Spaziale di Corsi dimostrano migliori capacità mnestiche e nell'esecuzione dei compiti; necessitano di minori interventi dall'esterno; attuano strategie operative più efficienti e commettono meno errori.

Tuttavia, i risultati del presente studio sono limitati dall'esiguità del campione. Futuri studi sono necessari per chiarire la relazione tra i test tradizionali e gli emergenti strumenti basati sugli ambienti virtuali.

## BIBLIOGRAFIA

Albani G, Pignatti R, Bertella L, Priano L, Semenza C, Molinari E, Riva G, Mauro A. *Common daily activities in the virtual environment: a preliminary study in parkinsonian patients*. Neurol Sci 2002;23:49-50.

Albani G., Raspelli S., Carelli L., Morgantini F., Weiss P., Kizony R., Katz N., Mauro A., Riva G. *Executive functions in a virtual world: a study in Parkinson's disease*. In Annual review of cybertherapy and telemedicine, 2010;8:73-7

Albert U., Brunatto C., Maina G., Bogetto F. *Il coinvolgimento dei familiari nei sintomi del disturbo ossessivo-compulsivo: valutazione del fenomeno e ricerca dei predittori*. In Giornale italiano di psicopatologia, 2009;15:1:25-38

Alderman N., Burgess P. W., Knight C., Henman C. *Ecological validity of a simplified version of the multiple errands shopping test*. In Journal of the international neuropsychological society. 2003;9:31-44

American Psychiatric Association, (2000), *DSM-IV-TR Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali*, trad. it. Masson, Milano 2001

Anderson PL, Zimand E, Hodges LF, Rothbaum BO. *Cognitive behavioral therapy for public-speaking anxiety using virtual reality for exposure*. Depress. Anxiety 2005;22:156-158.

Baram Y, Miller A. *Virtual reality cues for improvement of gait in patients with multiple sclerosis*. Neurology 2006;66:178-181.

Baxter L. R., Schwartz J. M., Bergman K. S., Szuba M. P., Guze B. H., Mazziotta J. C., Alazraki A., Selin C. E., Ferng H. K., Munford



P., Phelps M. E. *Caudate glucose metabolism rate changes with both drug and behaviour therapy for obsessive-compulsive disorder*. In Archives of general psychiatry 1992;49:81-89

Bellino S., Ziero S., Ceregato A., Bogetto F. *Il disturbo ossessivo compulsivo con scarso insight: revisione critica della letteratura*. In Giornale italiano di psicopatologia 2000;6;3:16-29

Biocca F. *The cyborg's dilemma: progressive embodiment in virtual environments*. Journal of Computer-Mediated Communication 2006;3:2:73-86

Bordnick PS, Traylor A, Copp HL, Graap KM, Carter B, Ferrer M, Walton AP. *Assessing reactivity to virtual reality alcohol based cues*. Addictive Behaviors 2007;33:743-756.

Bohil CJ, Alicea B, Biocca F. *Virtual reality in neuroscience: research and therapy*. Nature 2011;12:752-762.

Bohne A., Savage C. R., Deckersbach T., Keuthen N. J., Jenike M. A., Tuschen-Caffier B., Wilhelm S. *Visuospatial abilities, memory, and executive functioning in trichotillomania and obsessive-compulsive disorder*. In Journal of clinical and experimental neuropsychology 2005;27;4:385-99

Botella C, Baños RM, Guerrero B, García- Palacios A, Quero S, Alcañiz M. *Using a flexible virtual environment for treating a storm phobia*. Psych Nology 2006; 4:129-144

Botella C, Garcia-Palacios A, Villa H, et al. *Virtual reality exposure in the treatment of panic disorder and agoraphobia: a controlled study*. Clin. Psychol. Psychother. 2007;14: 164-175.

Bricken W., (1990), *Virtual Reality: directions of growth*. *Proceedings of siggraph '90 VR panel*. In Directions and implications

of advanced computing, vol.III, Ablex, Norwood 1992

Burgess P. W., Alderman N., Forbes C., Costello A., Coates L. M. A., Dawson D. R., Anderson N. D., Gilbert S. J., Dumontheil I., Channon S. *The case for the development and use of “ecologically valid” measures of executive function in experimental and clinical neuropsychology.* In Journal of the international neuropsychological society 2006;12:194-209.

Cameirão MS, Badia SB, Oller ED, Verschure PFMJ. *Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: methodology, design, psychometrics, usability and validation.* Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2010;7:48

Cameirão M. S., Bermúdez I Badia S., Verschure P. F. M. J., *Virtual reality based upper extremity rehabilitation following stroke: a review.* In Journal of cybertherapy and rehabilitation, 2008;I:63-74

Castrogiovanni P., Di Muro A., Goracci A., Guidelli L. Martinucci M., *Possibile coinvolgimento del sistema oppioide nel disturbo ossessivo compulsivo e relative considerazioni psicopatologiche.* In Giornale italiano di psicopatologia 2003;9 ;3:34-48

Choi YH, Jang DP, Ku JH, Shin MB, Kim SI. *Short-term treatment of acrophobia with virtual reality therapy (VRT): a case report.* Cyberpsychology and Behavior 2001;4:349-354.

Cipresso P, La Paglia F, La Cascia C, Riva G, Albani G, La Barbera D. *Break in volition: a virtual reality study in patients with obsessive-compulsive disorder.* Exp Brain Res. 2013

Cipollotti L., Warrington E. K. *Neuropsychological assessment.* In Journal of neurology, neurosurgery and psychiatry 1985;58:655-64

Clark A., Kirkby K. C., Daniels B. A., Marks I. M. *A pilot study of computer-aided vicarious exposure for obsessive compulsive disorders*. In Australian and New Zealand journal of psychiatry 1998;32:268-75

Coelho C. M., Waters A. M., Hine T. J., Wallis G. *The use of virtual reality in acrophobia research and treatment*. In Journal of anxiety disorders, 2009;23:563-74.

Crawford J. R. *Introduction to the assessment of attention and executive functioning* In Neuropsychological rehabilitation 1998;8;3:209-11

Dèttore D., (1998), *Il disturbo ossessivo compulsivo*, McGraw-Hill, Milano

Difede J, Cukor J, Jayasinghe N, Patt I, Jedel S, Spielman L, Giosan C, Hoffman HG. *Virtual reality exposure therapy for the treatment of posttraumatic stress disorder following September 11, 2001*. J. Clin. Psychiatry 2007;68:1639-1647

Driscoll I, Hamilton D, Yeo R, Brooks W, Sutherland R. *Virtual navigation in humans: the impact of age, sex and hormones on place learning*. Horm. Behav. 2005;47:326-335

Earhart GM, Henckens JM, Carlson-Kuhta P, Horak FB. *Influence of vision on adaptive postural responses following standing on an incline*. Exp. Brain Res. 2010;203:221-226.

Ellis S. R. What are virtual environments?. In *IEEE Computer Graphics and Applications* 1994;14;1:17-22

Fava G., Rafanelli C., Savron G. *Il disturbo ossessivo compulsivo*. In Fava G., Rafanelli C., Savron G., (1998), L'Ansia, Caleidoscopio Italiano, Genova

Freeman D. *Studying and treating schizophrenia using virtual reality: a new paradigm*. In Schizophrenia bulletin, 2008;34;4:605–610

Garcia-Palacios A, Hoffman HG, Richards TR, Seibel EJ, Sharar SR. *Use of Virtual Reality Distraction to Reduce Claustrophobia Symptoms during a Mock Magnetic Resonance Imaging Brain Scan: A Case Report*. CyberPsychology and Behavior 2007;10:485-488.

Giusti E., Chiacchio A. *Ossessioni e compulsioni. Valutazione e trattamento della psicoterapia pluralistica integrata*, Sovera, Roma, (2002)

Goel V., Grafman J. *Role of the right prefrontal cortex in ill-structured planning*. In Cognitive neuropsychology 2000;17;5:415-36

Gorini A., Pallavincini F., Algeri D., Repetto C., Gaggioli A., Riva G. *Virtual reality in the treatment of generalized anxiety disorders*. In Annual review of cybertherapy and telemedicine 2010;8:31-5

Gutierrez-Maldonado J, Gutierrez-Martinez O, Loreto D, Penaloza C, Nieto R. *Presence, involvement and efficacy of a virtual reality intervention on pain*. Stud. Health Technol. Inform. 2010;154:97-101.

Kim K., Kim S. I., Cha K. R., Park J., Rosenthal M. Z., Kim J. J., Han K., Kim I. Y., Kim C. H. *Development of a computer-based behavioral assessment of checking behavior in obsessive compulsive disorder*. In Comprehensive psychiatry. 2010;51:86-93

Kim K., Kim C. H., Kim S. Y., Roh D., Kim S. I. *Virtual reality for obsessive-compulsive disorder: past and the future*. In Psychiatry Invest. 2009;6:115-21

Kim S. I., Ku J., Han K., Lee H., Park J., Kim J. J., Kim I. Y., *Virtual reality applications for patients with schizophrenia*. In Journal of cybertherapy and rehabilitation, 2008; 1:101-12

Krijn M, Emmelkamp PMG, Ólafsson RP, Schuemie MJ, Van Der Mast CAPG. *Do self-statements enhance the effectiveness of virtual reality exposure therapy? A comparative evaluation in acrophobia*. Cyber Psychol Behav 2007;10:362-7.

Hoffman HG, Richards TL, Coda B, Bills AR, Blough D, Richards AL, Sharar SR. *Modulation of thermal-pain related brain activity with virtual reality: evidence from fMRI*. NeuroReport 2004;15:1245-1248

Hollander E., Kwon J. H., Stein D. J., Broatch, J. *Obsessive-compulsive and spectrum disorders: Overview and quality of life issues*. In Journal of clinical psychiatry. 1996;57;8:3-6

Iannotta C., Keller R., (2006), *Stato dell'arte degli studi neuroscientifici sul disturbo ossessivo compulsivo: il contributo della neuropsicologia nell'elaborazione di nuovi approcci di intervento per il trattamento dei disturbi psicopatologici*. In Atti del I congresso internazionale dell'associazione italiana di neuropsicologia, "La neuropsicologia in Italia, in Europa e nel mondo: stato dell'arte ed ambiti di applicazione attuali e futuri", Lecce

La Barbera D., Sideli L., La Paglia F. *Schizofrenia e realtà virtuale: una rassegna delle applicazioni cliniche*. In Giornale italiano di psicopatologia. 2010;16:78-86

La Barbera D., Varia S., (2003), *Percorsi clinici della psichiatria*, Medical Books, Palermo

Lack C. W., Storch E. A. *The use of computers in the assessment*

*and treatment of obsessive compulsive disorder.* In *Computers in human behavior.* 2008;24:917-29

Lalla C. *Per una teoria cognitiva sulla patogenesi e la cura del disturbo ossessivo compulsivo.* In *Psicoterapia.* 1998;12:19-25

La Paglia F., La Cascia C, Rizzo R., Riva G., La Barbera D. *Assessment of executive functions in patients with obsessive compulsive disorder by NeuroVR Virtual Reality.* In *Stud Health Technol Inform.* 2012;181:98-102

La Paglia F, La Cascia C, Rizzo R, Sideli L, Francomano A, La Barbera D. *Cognitive rehabilitation of schizophrenia through NeuroVR training.* In *Stud Health Technol Inform,* 2013;191:158-162

Lenane M.C., Swedo S.E., Rapoport J.L., Leonard H., Sceery W., Guroff J.J. *Rates of obsessive compulsive disorder in first degree relatives of patients with trichotillomania: a research note.* In *Journal of child psychology and psychiatry,* 1992;33:925-33

Lezak M. D., (2000), *Valutazione neuropsicologica*, trad. it. Edra Ed., Milano 2004

Maina G., Albert U., Rosso G., Bogetto F. *Impulsività e disturbo ossessivo compulsivo: dalle teorie psicopatologiche alle evidenze cliniche.* In *Nooσ,* 2003; 2:147-58

Malloy KM, Milling LS. *The effectiveness of virtual reality distraction for pain reduction: a systematic review.* *Clin. Psychol. Rev.* 2010;30:1011-1018.

Maltby N, Kirsch I, Mayers M, Allen GJ. *Virtual reality exposure therapy for the treatment of fear of flying: a controlled investigation.* *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 2002;70:1112-1118.

Mazzucchi A., (a cura di), (1995), *La riabilitazione neuropsicologica dei traumatizzati cranici*, Masson, Milano

Mazzucchi A. La riabilitazione dei disturbi della memoria. In Mazzucchi A., (a cura di), (1999), *La riabilitazione neuropsicologica. Aspetti teorici e applicazioni cliniche*, Masson, Milano

McElroy S.L., Pope H.G., Hudson J.I., Keck P. E., White K.L. *Kleptomania: a report of 20 cases*. In American journal of psychiatry. 1991;148: 652-57

McCloy R, Stone R. *Virtual reality in surgery*. BMJ 2001;323:912-915

McLay R. N., Wood D. P., Webb-Murphy J. A., Spira J. L., Wiederhold M. D., Pyne J. M., Wiederhold B. K., (2011), *A randomized, controlled trial of virtual reality-graded exposure therapy for post-traumatic stress disorder in active duty service members with combat-related post-traumatic stress disorder*. In Cyberpsychology, behavior, and social networking. 2012;14;4:223-29

Merians AS, Poizner H, Boian R, Burdea G, Adamovich S. *Sensorimotor training in a virtual reality environment: does it improve functional recovery poststroke?* Neurorehabil. Neural Repair 2006;20:252-267.

Moore K, Wiederhold BK, Wiederholdie MD, Riva G. *Panic and agoraphobia in a virtual world*. CyberPsychol Behav, 2002;5:197-202

Morgantini F., Riva G., (2006), *Conoscenza, comunicazione e tecnologia. Aspetti cognitivi della realtà virtuale*, Edizioni LED, Milano

North M. M., North S. M., Coble J. R. *Virtual reality therapy: an effective treatment for Psychological disorders*. In G. Riva, (1997),

*Virtual reality in neuro-psycho-physiology*, Ios press, Amsterdam

Olley A., Malhi G., Sachdev P. *Memory and executive functioning in obsessive-compulsive disorder: a selective review*. In Journal of affective disorders 2007;104:15-23

Optale G., Pastore M., Marin S., Bordin D., Nasta A., Pianon C., (2004), *Male sexual dysfunctions: immersive virtual reality and multimedia therapy*. In Riva G., Botella C., Legeron P.,

Orsini A., Grossi D., Capitani E., Laiacona M., Papagno C., Vallar G. *Verbal and spatial immediate memory span: Normative data from 1355 adults and 1112 children*. In Italian journal of neurological science. 1987;8:539-48

Pallanti S., Quercioli L., Bogetto F., Albert U., Diaferia G. A. *Disturbo del controllo degli impulsi*. In Smeraldi E., (a cura di), (2003), *Il disturbo ossessivo compulsivo e il suo spettro*, Masson, Milano

Park K. M., Ku J., Choi S. H., Jang H. J., Park J. Y., Kim S. I., Kim J. J. *A virtual reality application in role-plays of social skills training for schizophrenia: a randomized, controlled trial*. In Psychiatry Research, 2011;189:166-72

Parsons T. D., Rizzo A. A., Brennan J. Bittman M., Zelinski E. *Assessment of executive functioning using virtual reality: virtual environment grocery store*. In Gerontechnology. 2008;7;2:186-90

Penadés F., Catalàn R., Andrés S., Salamero M., Gastò C. *Executive function and nonverbal memory in obsessive-compulsive disorder*. In Psychiatry research. 2005;133:81-90.

Perpiñá C, Botella C, Baños RM. *Virtual Reality in Eating Disorders*. European Eating Disorders Review 2003;11:261-278.



Presta S., Marazziti D., Dell'Osso L., Pfanner C., Pallanti S., Cassano G. B. *Kleptomania: clinical features and comorbidity in an Italian sample*. In *Comprehensive psychiatry*, 2002;43:7-12

Price M, Anderson P. *The role of presence in virtual reality exposure therapy*. *J Anxiety Disord* 2007; 21:742-51

Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. *Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors*. *Proc. R. Soc. Lond. B* 1996;263:377-386.

Rand D., Rukan S. B. A., Weiss P. L., Katz N., *Validation of the Virtual MET as an assessment tool for executive functions*. In *Neuropsychological rehabilitation*, 2009;19;4:583-602

Rand D., Katz N., Shahar M., Kizony R., Weiss P. L. *The virtual mall: a functional virtual environment for stroke rehabilitation*. In *Annual review of cybertherapy and telemedicine: a decade of VR*, 2005;3:193-98

Raspelli S., Carelli L., Morgantini F., Albani G., Pignatti R., Mauro A., Poletti B., Corra B., Silani V., Riva G. *A neuro VR-based version of the multiple errands test for the assessment of executive functions: a possible approach*. In *Journal of cybertherapy and rehabilitation*, 2009;2:299-313

Raspelli S., Carelli L., Morgantini F., Poletti B., Corra B., Silani V., Riva G. *Implementation of the Multiple Errands Test in a NeuroVR-supermarkets: a possible research*. In *Annual review of cybertherapy and telemedicine* 2010, vol.8, pp. 92-5.

Reger GM, Gahm GA, Rizzo AA, Swanson R, Duma S. *Soldier evaluation of the virtual reality Iraq*. *Telemed. J. E-Health* 2009;15:101-104.

Renaud P, Rouleau JL, Granger L, Barsetti I, Bouchard S. *Measuring Sexual Preferences in Virtual Reality: A Pilot Study*. *Cyberpsychology and Behavior* 2002;5:1-9

Repetto, C., Riva G. From virtual reality to interreality in the treatment of anxiety disorders. In *Neuropsychiatry*, 2011;1;1:31-43

Riva G., (2004), *Psicologia dei nuovi media*, Il Mulino, Bologna

Riva G. Virtual reality in psychotherapy: review. In *Cyberpsychology and behavior*, 2005;8;3:220-40

Riva G. Virtual Reality. In *Wiley encyclopedia of biomedical engineering*, 2006;4:1-17

Riva G. Psicologia e nuovi media: dalla tecnologia alla presenza mediante l'intuizione. In Cesareni D., Manca S., (a cura di), (2010), *Formazione, Innovazione e Tecnologie*, ScriptaWeb

Riva G., Bacchetta M., Baruffi M., Rinaldi S., Molinari E. Virtual reality based experiential cognitive treatment of anorexia nervosa. In *Journal of behavioral therapy and experimental psychiatry*, 1999;30:221–30.

Riva G., Bacchetta M., Cesa G., Conti S., Castelnuovo G., Mantovani F., Molinari E. Is severe obesity a form of addiction? Rationale, clinical approach and a controlled clinical trial. In *Cyberpsychology and behavior*, 2006;9;4:457-79

Riva G., Bacchetta M., Cesa G., Conti S., Molinari E. The use of VR in the treatment of eating disorders. In Riva G., Botella C., Legeron P., Optale G., (2004), *Cybertherapy: internet and virtual reality as assessment and rehabilitation tools for clinical psychology and neuroscience*, Ios Press, Amsterdam

Riva G., Carelli L., Gaggioli A., Gorini A., Vigna C., Corsi R.,

Faletti G., Vezzadini L. NeuroVR 1.5 - A free virtual reality platform for the assessment and treatment in clinical psychology and neuroscience. In *Studies in health technology and informatics*, 2009;142:268-70

Riva, G., Molinari, E. Virtual reality in eating disorders and obesity. In *Cybertherapy and rehabilitation*, 2009;2;2:16-9

Riva G., Vatalaro F., Zaffiro G., (2009), Tecnologie della presenza: concetti e applicazioni. In *Mondo digitale*, vol.3, pp. 32-45

Riva G., Waterworth J. A., Waterworth E. L., (2004), The layers of presence: a bio-cultural approach to understanding presence in natural and mediated environments. In *Cyberpsychology and behavior*, vol.7 n.4, pp. 402-16.

Rizzo A. A., Buckwalter J. G. Virtual reality and cognitive assessment and rehabilitation: the state of art. In G. Riva, (1997), *Virtual reality in neuro-psycho-physiology*, Ios press, Amsterdam

Rizzo A. A., Buckwalter J. G., Bowerly T., Humphrey L. A., Neumann U., Van Rooyer A., Kim L. The virtual classroom: a virtual reality environment for the assessment and rehabilitation of attention deficits. In *Revista Española de neuropsicología*, 2001;3;3:11-37

Rizzo A. A., Graap K., Perman K., McLay R. N., Rothbaum B. O., Reger G., Parson T., Difede J., Pair J. Virtual Iraq: initial results from a VR exposure therapy application for combat-related PTSD. In Westwood J. D. et al., (2008), *Medicine meets virtual reality 16*, Ios press, Amsterdam

Rothbaum B. O ., Anderson P., Zimand E., Hodges L., Lang D., Wilson J., Virtual reality exposure therapy and standard (in vivo) exposure therapy in the treatment of fear of flying. In *Behavior*

*therapy* 2006;37:80-90

Rubino F, Soler L, Marescaux J, Maisonneuve H. *Advances in virtual reality are wide ranging*. British Medical Journal 2002;324:612

Saladin ME, Brady KT, Graap K, Olasov Rothbaum B. *A preliminary report on the use of virtual reality technology to elicit craving and cue reactivity in cocaine dependent individuals*. Addictive Behaviors 2006;31:1881-1894.

Savage C. R. Neuropsychology of OCD: research findings and treatment implications. In Jenike M. A., Baer L., Minichiello W. E., (1998), *Obsessive-compulsive disorders: practical management*, Mosby, St. Louis

Shallice T., Burgess P. W. Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. In *Brain*, 1991;114:727-41

Schlosser S., Black D. W., Blum N., Goldstein R. B. The demography, phenomenology, and family history of 22 persons with compulsive hair pulling. In *Annals of clinical psychiatry*, 1994;6:147-52

Schultheis MT, Rizzo AA. *The application of virtual reality technology in rehabilitation*. Rehabilitation Psychology 2001;46:296-311.

Slater M, Paul Pertaub D, Barker C, Clark DM. An experimental study on fear of public speaking using a virtual environment . *CyberPsycholBehav* 2006;9: 627-33

Slater M, Spanlang B, Sanchez-Vives MV, Blanke O. *First person experience of body transfer in virtual reality*. Plos One 2010;105-64.

Sorkin A, Weinshall D, Modai I, Peled A. *Improving the accuracy of the diagnosis of schizophrenia by means of virtual reality*. Am J Psychiatry, 2006; 163:512-20

Steuer J. Defining virtual reality: dimensions determining telepresence. In *Journal of communication*, 1992;vol.42:73-93.

Stanney KM. *Handbook of virtual environments: design, implementation and applications*. Lawrence Erlbaum Associates, London 2002.

Tallis F., (1995), *Obsessive compulsive disorder. A cognitive and neuropsychological perspective*, Chichester, Wiley

Tebaldi F., Stablum F., Gomez Milàn E., Cantagallo A. Deficit delle funzioni esecutive nei pazienti con trauma cranico-encefalico: la flessibilità cognitiva. In *Europa medicophysica*, 2008;44:3-10

Vallar G., Papagno C., (2007), *Manuale di neuropsicologia*, il Mulino, Bologna

Veale D. M., Sahakian B. J., Owen A. M., Marks I. M., Specific cognitive deficits in tests sensitive to frontal lobe dysfunction in obsessive-compulsive disorder. In *Psychological Medicine*, 1996;26:1261-69

Vincelli F., Riva G., Molinari E., (2007), *La realtà virtuale in psicologia clinica. Nuovi percorsi di intervento nel disturbo di panico con agorafobia*, McGraw-Hill, Milano

Zoccolotti P., Caracciolo B., Pero S. La riabilitazione dei disturbi dell'attenzione. In Mazzucchi A., (a cura di), (1999), *La riabilitazione neuropsicologica. Aspetti teorici e applicazioni cliniche*, Masson, Milano

Wender R, Hoffman HG, Hunner HH, Seibel EJ, Patterson DR,

Sharar SR. *Interactivity influences the magnitude of virtual reality analgesia*. J. Cyber. Ther. Rehabil. 2009;2:27-33.

Wiederhold B., Wiederhold M., (2008), Virtual reality for posttraumatic stress disorder and stress inoculation training. In *Journal of cybertherapy and rehabilitation*, 2008;1:23-36

Wilson B. A., Alderman N., Burgess P. W., Emslie H., Evans J. J., (1996), *Behavioural assessment of the dysexecutive syndrome*, Harcourt Assessment, Londra